

INFORMATION REPORT INFORMATION REPORT

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY

This material contains information affecting the National Defense of the United States within the meaning of the Espionage Laws, Title 18, U.S.C. Secs. 793 and 794, the transmission or revelation of which in any manner to an unauthorized person is prohibited by law.

S-E-C-R-E-T

50X1-HUM

COUNTRY USSR

REPORT

SUBJECT Soviet Technical Manual on the P-20 Radar (Part II)

DATE DISTR. 28 July 1960

NO. PAGES 1

50X1-HUM

REFERENCES

DATE OF INFO.

PLACE & DATE ACQ.

SOURCE EVALUATIONS ARE DEFINITIVE. APPRAISAL OF CONTENT IS TENTATIVE.

50X1-HUM

1. Russian-language technical manual entitled Radiolokatsionnaya Stantsiya P-20 Tekhnicheskoye Opisaniye, Chast II (A Technical Description of the P-20 /TOKEN/ Radar, Part II)

50X1-HUM

2. This is a 172-page manual dealing with the indicator devices of the P-20 radar. It is the second volume on the P-20.

No publishing data are given. This manual when detached from this report is classified CONFIDENTIAL. The Soviet classification had been SECRET.

50X1-HUM

Distribution of Attachment:

OSI: Retention (Photocopy)

50X1-HUM

50X1-HUM

50X1-HUM

S-E-C-R-E-T

STATE	X	ARMY	X	NAVY	X	AIR	X	FBI		AEC		NSA	X	NIC	X
-------	---	------	---	------	---	-----	---	-----	--	-----	--	-----	---	-----	---

(Note: Washington distribution indicated by "X"; Field distribution by "#".)

INFORMATION REPORT INFORMATION REPORT

СЕКРЕТНО

50X1-HUM

РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СТАНЦИЯ П-20

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

· ЧАСТЬ II

ИНДИКАТОРНЫЕ УСТРОЙСТВА

СЕКРЕТНО

50X1-HUM

РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СТАНЦИЯ П-20

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

ЧАСТЬ II

ИНДИКАТОРНЫЕ УСТРОЙСТВА

В книге пронумеровано всего 172 стр. Кроме того, имеется 5 вклей на 5 листах.

Вклейка № 1. Рис. 10. Принципиальная схема развертки дальности ПО-02— между стр. 22 и стр. 23.

Вклейка № 2. Рис. 17. Полная принципиальная схема блока индикатора кругового обзора ПО-02—между стр. 38 и стр. 39.

Вклейка № 3. Рис. 29. Принципиальная схема развертки дальности ВО-01— между стр. 60 и стр. 61.

Вклейка № 4. Рис. 34. Полная принципиальная схема блока индикатора дальности и азимута ВО-01—между стр. 68 и стр. 69.

Вклейка № 5. Рис. 49. Полная принципиальная схема блока индикатора высоты НО-02—между стр. 104 и стр. 105.

ВВЕДЕНИЕ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНДИКАТОРНОЙ АППАРАТУРЕ

В части II технического описания радиолокационной станции «П-20» встречаются следующие условные обозначения блоков:

- ПО-02 — индикатор кругового обзора.
- ПО-03 — выносной индикатор кругового обзора.
- ВО-01 — индикатор дальности и азимута.
- НО-02 — индикатор высоты.
- ТП-02 — телефонная панель блоков ПО-02, ПО-03 и ВО-01.
- ТП-03 — телефонная панель блока НО-02.
- ГА-01 — генератор 1500 гц.
- ФД-01 — блок главных датчиков.
- ХА-01 — повторяющее устройство ССП.
- УС-02 — сервоусилитель.
- БСМ-01 — блок сервомотора блока ПО-02.
- БСТ — блок сельсин-трансформаторов.
- ДА-01 — блок масштабных отметок дальности.
- ЖА-50 — блок масштабных отметок азимута.
- ЗА-01 — блок отметок угла поворота антенны.
- СБ-50 — смесительно-бланкирующее устройство.
- ИБ-01 — имитатор вращения антенны.
- БП-01 — блок питания индикаторов.
- БП-02 — блок питания.
- ЦУ-02 — центральный пульт управления.
- ССП — синхронно-следающая передача вращения.
- НРЗ-1 — запросчик.

Вся индикаторная аппаратура станции размещается в двух кузовах автомашины ЗИС-151 (машины № 2 и № 3). В основной индикаторной машине (рис. 1) размещаются все основные блоки индикаторной аппаратуры. В машине № 3 размещаются выносной индикатор кругового обзора ПО-03 и аппаратура запросчика НРЗ-1, предназначенная для работы в системе опознавания.

В машине № 2 расположены пять шкафов с аппаратурой: три шкафа с блоками индикаторов (рис. 2), один шкаф с аппаратурой управления и один шкаф с аппаратурой масштабных отметок (рис. 3).

На экранах индикаторов оператор наблюдает отраженные сигналы и определяет координаты целей. В станции «П-20» для опреде-

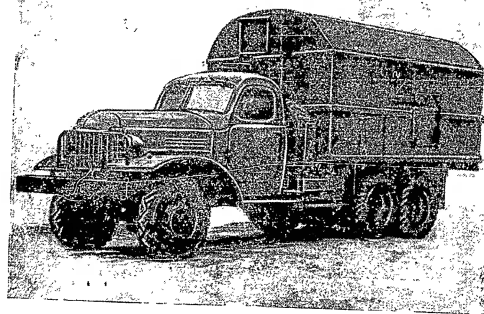


Рис. 1. Индикаторная машина.

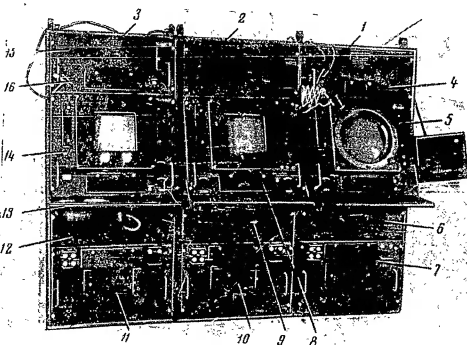


Рис. 2. Общий вид шкафов индикаторов:

1 — шкаф индикатора кругового обзора ПО-02; 2 — шкаф индикатора дальности и азимута ВО-01; 3 — шкаф индикатора высоты НО-02; 4 — стрелочный индикатор УС-02; 5 — блок индикатора дальности и азимута ТП-03; 6 — блок питания БП-01; 7 — блок питания БП-01; 8 — блок питания БП-01; 9 — блок питания БП-01; 10 — блок питания БП-01; 11 — блок питания БП-01; 12 — блок питания БП-01; 13 — блок питания БП-01; 14 — блок питания БП-01; 15 — блок питания БП-01; 16 — блок питания БП-01.

4

лен я координат цели (наклонная дальность, азимут и высота) используются три типа индикаторов: индикатор кругового обзора (ПО-02 и ПО-03), индикатор дальности и азимута (ВО-01) и индикатор высоты (НО-02).

Индикатор кругового обзора служит для наблюдения общей картины, в основном, воздушной обстановки в районе действия радиолокационной станции и для определения координат целей (дальность и азимут).

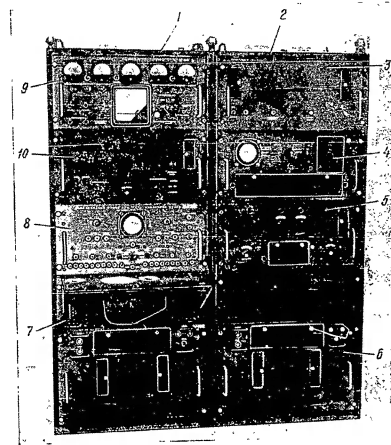


Рис. 3. Общий вид шкафов управления и масштабных отсчетов:

1 — шкаф управления; 2 — шкаф масштабных отсчетов; 3 — блок масштабных отсчетов азимута ЖА-02; 4 — блок масштабных отсчетов дальности ДА-01; 5 — блок повторного устройства ССП ХА-01; 6 — блок питания БП-02; 7 — телефонная панель ТП-03 со столом управления качанием антенны; 8 — блок смесительного устройства СБ-01; 9 — блок центрального пульта управления ЦУ-02; 10 — блок индикатора вращения ИВ-01.

Индикатор дальности и азимута служит для точного определения дальности и азимута цели и для выявления структуры цели (например, числа самолетов в группе). На экране этого индикатора можно рассмотреть в увеличенном масштабе любой, произвольно выбранный, участок пространства в зоне действия станции.

5

Блок НО-02 служит для определения высоты обнаруженной цели.

Основным элементом каждого индикатора является электронно-лучевая трубка. Отметки отраженных сигналов наблюдаются на ее экране в виде светящихся точек или черточек. Развертка дальности индикаторов начинается одновременно с посылкой в пространство зондирующего импульса передатчика.

На экранах всех индикаторов создается электрическим путем масштабная сетка, при помощи которой определяются координаты того или иного отраженного сигнала. (Блок-схему высокочастотных трактов машины № 2 см. рис 4). Импульс запуска станции от манипулятора через блок масштабных отметок ДА-01 подается последовательно на смесительно-бланкирующее устройство СБ-50, блок отметок азимута ЖА-50 и на индикаторные блоки. К концу линии запуска подсоединена волновая нагрузка кабеля — 75 ом, которая размещается на одном из разъемов выносного индикатора кругового обзора (ПО-08).

Импульсом запуска включаются развертки всех индикаторов станции и контрольных осциллографов блоков СБ-50 и ДА-01.

Для того чтобы с экранов индикаторов можно было производить считывание координат целей, на все индикаторы подаются масштабные отметки дальности и азимута. Эти отметки на экране видны в виде светящихся линий и создают на нем масштабную сетку.

Для образования дистанционных отметок служит блок дистанционных отметок ДА-01 (шкаф масштабных отметок), с выхода которого отметки дальности так же, как и импульсы запуска подаются на индикаторы станции. Волновая нагрузка этой линии размещается в блоке ПО-03.

Отметки азимута вырабатываются в блоке ЖА-50 и также подаются на все индикаторы станции.

Шумы и отраженные сигналы с трех приемников вертикального и двух приемников наклонного канала подаются на вход смесительно-бланкирующего устройства СБ-50 (шкаф управления). Шумы замешиваются в два канала—вертикальный и наклонный, с выхода которых подаются на индикаторы станции.

Эквивалент нагрузки для вертикального канала устанавливается в блоке ПО-03, для наклонного — в блоке НО-02. Все цепи передачи импульсных сигналов от одного блока к другому выполняются кабелем РК-31. Для подключения кабелей во всех блоках имеются по два разъема на каждую цепь импульсных сигналов. Через один разъем импульсные сигналы подводятся к блоку, а через другой разъем сигналы выходят из данного блока и подводятся к следующему. Входное сопротивление каждого блока велико по сравнению с волновым сопротивлением кабеля РК-31 (75 ом), следовательно, не сказывается шунтирующее действие блоков на линию.

Для передачи вращения антенны на индикаторы станции служит система силовой синхронной передачи вращения (ССП).

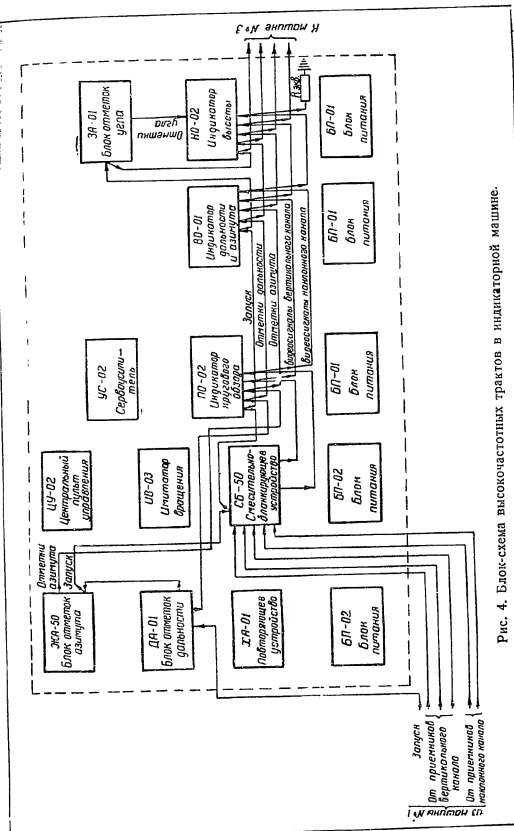


Рис. 4. Блок-схема высокочастотных трактов в индикаторной машине.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНДИКАТОРАХ

Индикатор кругового обзора — индикатор, на экране которого наблюдается план расположения целей в зоне действия станции и определяется их наклонная дальность и азимут. Перемещение электронного луча по радиусу экрана трубки от центра к краю происходит пропорционально дальности, а линия развертки вращается синхронно с вращением антенного устройства. Благодаря этому на экране индикатора кругового обзора последовательно просматриваются все участки зоны действия станции в соответствии с последовательным облучением пространства энергией, излучаемой антенным устройством.

На этом индикаторе возможны также режимы секторного и кольцевого обзора пространства. В режиме секторного обзора на экране просматривается сектор пространства шириной в 60° — 70° . В режиме кольцевого обзора можно рассматривать произвольный участок дальности, выбирая его в пределах от 10 до 400 км.

Индикатор дальности и азимута — индикатор, на экране которого в увеличенном масштабе может быть просмотрен любой участок зоны действия станции (в пределах 60° по азимуту и 50 или 100 км по дальности). Это дает возможность более точно определять дальность и азимут цели. Перемещение электронного луча по горизонтали происходит пропорционально дальности, а по вертикали — пропорционально азимуту. Дальность и азимут цели отсчитываются непосредственно с экрана индикатора.

Индикатор высоты служит для определения высоты цели. Перемещение электронного луча по горизонтали происходит пропорционально дальности, а по вертикали — пропорционально углу поворота антенной системы.

К этому индикатору подключаются оба выхода блока СБ-50 и на экране его получаются две отметки от каждой цели (от вертикального и наклонного каналов).

Перед экраном помещена шкала, выгравированная на плексигласе. По двум отметкам от каждой цели с помощью шкалы определяется высота цели.

Таким образом, обнаружение и определение координат целей по индикаторам станции «П-20» производится непосредственно при наблюдении за экраном электроннолучевой трубки. Полученные данные передаются операторами на командный пункт и используются для наведения своих истребителей на самолеты противника или для информации.

10

ГЛАВА I

ИНДИКАТОР КРУГОВОГО ОБЗОРА ПО-02

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНДИКАТОРЕ

§ 1. Назначение

Индикатор кругового обзора предназначен для работы в системе радиолокационной станции «П-20». На его экране автоматически, в форме, удобной для визуального наблюдения, воспроизводится план расположения обнаруженных воздушных целей.

В индикаторе кругового обзора предусматриваются три режима работы (рис. 6).

1. Режим кругового обзора, при котором начало развертки (точка на экране, соответствующая положению радиолокатора на местности) совпадает с центром экрана (рис. 6,а).

2. Режим кольцевого обзора, при котором обзор пространства может быть ограничен определенным участком дальности и начало развертки может быть задержано на заданную дальность в пределах от 10 до 320 км. В кольцевом режиме работы цели в отдаленных участках зоны действия станции рассматриваются в увеличенном масштабе, что повышает точность отсчета их координат (рис. 6,б).

3. Режим секторного обзора, при котором начало развертки может быть смещено в любую точку экрана и соответственно этому изображение на нем будет давать более детальный план расположения целей в выделенном секторе действия радиолокатора. Масштаб шкалы по дальности не изменяется, а увеличивается вдвое линейный размер шкалы дальности. Масштаб по азимуту соответственно увеличен, следовательно, отсчет координат может производиться с большей точностью (рис. 6,в).

§ 2. Технические данные

1. Индикация цели осуществляется яркостной отметкой сигнала на экране электроннолучевой трубки.
2. Развертка — радиально-круговая.
3. Режим работы блока — круговой обзор, секторный обзор и кольцевой обзор.

11

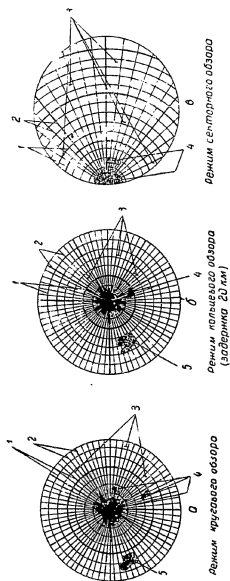


Рис. 6. Изображение на экране индикатора кругового обзора для трех режимов работы: а) кругового обзора; б) секторного обзора; в) секторного обзора (20 км). 1 — радиальные отметки дальности; 2 — азимутальные отметки; 3 — сетка электрических масштабов; 4 — сетка, отражающая азимут; 5 — сетка, отражающая дальность.

4. Масштабы дальности — 80, 200 и 400 км.
5. Период полного (360°) обзора по азимуту — 10 или 20 сек. (или 3 об/мин антенны).
6. Задержка начала развертки дальности может плавно изменяться в пределах от 10 до 320 км.
7. Координаты цели определяются визуально по положению отметки отраженного сигнала относительно сетки электрических масштабов отметок дальности и азимута.
8. Возможно одновременное или раздельное наблюдение на экране трубки отметок отраженных сигналов, поступающих с вертикального и наклонного каналов, а также сигналов, поступающих с выхода приемника опознавания.

§ 3. Составные части

Индикатор кругового обзора оформлен в виде шкафа, в отсеки которого вставляются следующие блоки:

- сервоусилитель УС-02;
- блок индикатора кругового обзора ПО-02;
- блок питания индикатора БП-01;
- телефонная панель ТП-02.

Общий вид шкафа индикатора кругового обзора ПО-02 показан на рис. 7.

Описание сервоусилителя УС-02 и блока питания БП-01 приведено в ч. III Технического описания станции П-20.

2. ОПИСАНИЕ ИНДИКАТОРА

§ 4. Работа индикатора

Индикатор кругового обзора является осциллографическим индикатором с радиально-круговой разверткой и яркостной отметкой сигнала. Основным его элементом является электроннолучевая трубка. План расположения обнаруженных целей воспроизводится на экране этой трубки.

Развертка вдоль радиуса экрана трубки пропорциональна шкале дальности. Эта развертка начинается одновременно с поступлением в блок ПО-02 импульса от манипулятора и поэтому положение каждой точки линии развертки на экране соответствует определенной дальности.

Развертка дальности вращается синхронно с вращением антенны (вращение радиальной развертки). Эта развертка приводится во вращение системой синхронной передачи угла поворота антенны, и поэтому положение радиальной развертки на экране соответствует направлению электрической оси антенны вертикального луча.

Напряжения развертки по дальности и по азимуту воздействуют на отклоняющую систему электроннолучевой трубки.

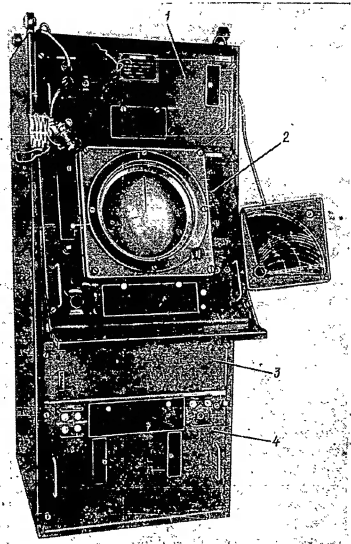


Рис. 7. Общий вид шкафа индикатора кругового обзора ПО-02:
1 — блок УС-02; 2 — блок ПО-02; 3 — телефонная панель ТП-02; 4 — блок БП-01.

Напряжения отраженных сигналов, сигналов опознавания, масштабных отметок дальности и азимута воздействуют на управляющий электрод и катод электроннолучевой трубки.

При отсутствии перечисленных сигналов электронный луч заперт отрицательным потенциалом на управляющем электроде до полного исчезновения изображения на экране. С приходом каждого сигнала несколько повышается потенциал управляющего электрода или понижается потенциал катода трубки, вызывая появление электронного луча в виде светящегося пятна на экране трубки. Положение светящегося пятна на экране зависит от мгновенных величин отклоняющих полей, создаваемых системой развертки дальности и системой вращения развертки дальности.

Отраженные сигналы и сигналы опознавания (сигналы самолета-ответчика) создают на экране изображения в виде точек, масштабные отметки дальности — в виде серии концентрических колец, соответствующих фиксированным дальностям, а масштабные отметки азимута — в виде радиально-расходящихся линий, соответствующих фиксированным углам поворота антенны.

§ 5. Упрощенная скелетная схема

В упрощенную скелетную схему индикатора кругового обзора (рис. 8) входят:

— электроннолучевая трубка 1;

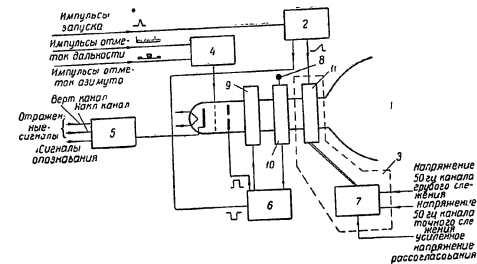


Рис. 8. Упрощенная скелетная схема индикатора кругового обзора:
1 — электроннолучевая трубка; 2 — цепь развертки дальности; 3 — цепь развертки азимута; 4 — цепь смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута; 5 — цепь усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания; 6 — цепь управления рабочей решеткой трубки; 7 — блок сервомотора БСМ-01; 8 — ручка установки сектора; 9 — фокусирующая катушка; 10 — катушка смешения центра; 11 — отклоняющие катушки.

— цепь развертки дальности 2;
— цепь вращения развертки дальности 3;

- цепь смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута 4;
- цепь усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания 5;
- цепь управления рабочим режимом трубки 6.

В цепи развертки дальности 2 вырабатывается развертка, которая вращается цепью вращения развертки дальности 3 по часовой стрелке со скоростью 6 или 3 об/мин синхронно с вращением антенны.

Импульсы масштабных отметок дальности и азимута после прохождения цепи 4 воздействуют на ток луча и создают на экране трубки масштабную сетку. Под действием отраженных сигналов заводится экран трубки в местах, соответствующих расположению целей в пространстве.

Рабочий режим трубки создается цепью питания. В цепь вращения развертки дальности 3 входит блок сервомотора 7 (БСМ-01). Двигатель блока БСМ-01 питается напряжением 60 в частоты 50 гц и напряжением рассогласования, поступающим с сервоусилителя УС-02. Под действием этих напряжений электродвигатель вращает отклоняющие катушки развертки дальности 11 со скоростью вращения антенного устройства. Фокусирующая катушка 9 и катушка смещения центра 10 входят в цепь питания трубки.

§ 6. Полная скелетная схема

Полная скелетная схема индикатора кругового обзора приведена на рис. 9.

Электроннолучевая трубка. В индикаторе кругового обзора применяется электроннолучевая трубка типа 31ЛМ32 с магнитными системами фокусировки и отклонения электронного луча. Экран с длительным послесвечением. Конструкция трубки и схема ее питания приводятся в приложении. Управление режимом работы трубки производится с помощью управляющего и ускоряющего электродов.

Напряжение сигнала подводится к управляющему электроду трубки и к ее катоду и управляет интенсивностью электронного луча. След электронного луча наблюдается на экране трубки в виде светящегося пятна, яркость которого зависит от тока электронного луча. При отсутствии сигнала трубка заперта, ток электронного луча близок к нулю и экран трубки не возбуждается.

Цепь развертки дальности состоит из схемы задержки 1, схемы запуска и расширения 2, схемы генератора пилообразного напряжения 3 и усилителя тока с обратной связью 4.

Отклонение электронного луча от центра экрана трубки к его периферии (развертка) происходит под действием магнитного поля отклоняющих катушек 20. В цепи развертки дальности вырабатывается пилообразный ток для питания этих катушек. В соответствии с изменением тока в отклоняющих катушках изменяется маг-

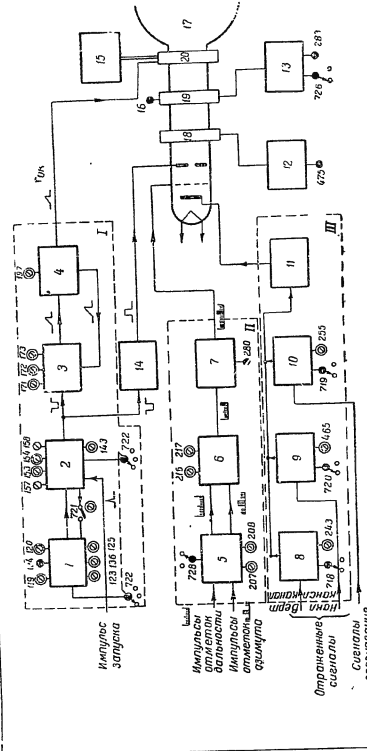


Рис. 9. Полная скелетная схема индикатора кругового обзора:
1 — схема задержки; 2 — схема запуска и расширения; 3 — схема генератора пилообразного напряжения; 4 — схема смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута; 5 — схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания; 6 — схема управления рабочим режимом трубки; 7 — блок сервомотора; 8 — блок усилителя тока с обратной связью; 9 — фокусирующая катушка; 10 — катушка смещения центра; 11 — отклоняющие катушки; 12 — схема вращения развертки дальности; 13 — схема фокусировки; 14 — схема смещения центра; 15 — катушка смещения центра; 16 — отклоняющие катушки; 17 — электроподогрев трубки; 18 — электроподогрев трубки; 19 — электроподогрев трубки; 20 — электроподогрев трубки.

нитное поле катушек и в зависимости от этого электронный луч периодически перемещается по экрану трубки из центра к краю (и наоборот).

Для определения дальности цели необходимо, чтобы момент начала нарастания тока в отклоняющих катушках совпадал с моментом излучения импульса передающим устройством. Поэтому цепь развертки дальности запускается импульсом запуска, поступающим от манипулятора через блок ДА-01 одновременно с излучением импульса в пространство.

В цепи развертки дальности предусмотрена возможность работы на трех масштабных шкалах — 80, 200 и 400 км.

Переключение шкал производится переключателем 722. Импульс запуска в зависимости от положения переключателя 721 подается или на схему расширения через лампу запуска, или через ту же лампу запуска на схему задержки 1. Действующая амплитуда импульса запуска регулируется потенциометром 143 ОТСЕЧКА ЗАПУСКА.

Схема задержки служит для задержки начала развертки дальности на 10—20 км (участок, обычно засоренный отражениями от местных предметов) при работе на шкалах 200 и 400 км. Кроме того, схема задержки позволяет работать в режиме кольцевого обзора на шкале 80 км. В этом случае плавная задержка начала развертки возможна в пределах от 10 до 320 км. Время задержки на масштабных шкалах 200 и 400 км регулируется потенциометрами 120 и 119, оси которых выведены под шлиц на масштабной шкале дальности 80 км — ручкой потенциометра 124, снабженной шкалой, указывающей задержку начала развертки в километрах.

Для корректировки величины максимальной и минимальной задержки, кроме указанных потенциометров, имеются еще потенциометры 125 и 123 (минимум и максимум задержки), установленные на шасси индикатора.

При включении задержки импульс запуска поступает на основную лампу схемы задержки, вырабатывающую задержанные импульсы. Эти импульсы запускают ждущий блокинг-генератор, формирующий импульс запуска, задержанный на заданное время. Импульс с блокинг-генератора поступает на схему расширения. Режим работы лампы ждущего блокинг-генератора устанавливается потенциометром 136 ОТСЕЧКА ЗАПУСКА ЗАДЕРЖКИ.

Переключателем 721 можно выключить схему задержки, тогда импульс запуска будет подаваться через лампу запуска непосредственно на схему расширения и развертка дальности будет начинаться одновременно с приходом импульса запуска от манипулятора (без задержки).

Схема расширения служит для преобразования короткого импульса запуска в П-образный импульс длительностью, соответствующей заданной масштабной дальности. Длительность импульса цепи расширения определяет длительность развертки дальности. Эта длительность на масштабных шкалах дальности устанавливается

18

переключателем 722. На шкалах 200 и 400 км длительность импульса одинакова (так как при работе в секторном режиме на шкале 200 км просматриваются все 400 км развертки дистанции) и регулируется потенциометром 153, ось которого выведена под шлиц. На масштабной шкале 80 км длительность регулируется потенциометром 154. При частоте посылок импульса запуска 330 + 350 гц время между двумя последовательными импульсами запуска получается порядка 2850—3000 мксек. Длительность развертки наибольшей дальности (400 км) — 2670 мксек, поэтому время восстановления схемы не должно превышать 150 мксек. Такое малое значение времени восстановления цепи расширения вызывает необходимость в дополнительных регулировках для получения строго П-образной формы импульса. Форма импульсов при работе на масштабных шкалах 200 и 400 км корректируется потенциометрами 157 и 158, расположенными на горизонтальной панели блока.

Расширенный П-образный импульс подается на генератор пилообразного напряжения цепи развертки дальности.

Генератор пилообразного напряжения развертки дальности вырабатывает напряжение пилообразной формы. Длительность нарастания пилообразного напряжения определяется длительностью отрицательного импульса схемы расширения. Амплитуда пилообразного напряжения регулируется отдельно для каждой из масштабных шкал дальности потенциометрами 171, 172 и 173, оси которых выведены под шлиц.

При переходе с одной масштабной шкалы на другую одновременно с переключением элементов схемы расширения переключаются и элементы схемы генератора пилообразного напряжения. При этом различная скорость нарастания пилообразного напряжения соответствует разным шкалам дальности.

Усилитель тока с обратной связью. Напряжение с выхода схемы генератора пилообразного напряжения развертки дальности 3 подается на усилитель тока с обратной связью 4. Напряжение обратной связи на вход этого усилителя подается с его выхода. Это напряжение пропорционально току выходной лампы.

Под действием входного пилообразного напряжения благодаря обратной связи схемой вырабатывается линейный пилообразный ток, питающий отклоняющую катушку 20. Амплитуда тока развертки регулируется потенциометром 197, ось которого выведена под шлиц.

Схема смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута состоит из входных цепей 5, схемы смешивания и усиления масштабных отметок 6 и выходного каскада схемы смешивания и усиления отметок 7. На входные лампы поступают отдельно отметки дальности и азимута от блоков ДА-01 и ЖА-01. В схеме смешивания и усиления они усиливаются, смешиваются и далее через выходной каскад поступают по общему каналу на управляющий электрод электроннолучевой трубки. В момент прихода импульсов отметок на развертке дальности засвечиваются точки отметок дальности.

2*

19

ности и, кроме того, под воздействием отметок азимута засвечивается вся развертка.

При вращении развертки масштабные отметки дальности создают на экране трубки серию концентрических колец, соответствующих различным дальностям (расстояние между соседними кольцами соответствует 10 км), а масштабные отметки азимута создают серию радиально расходящихся линий (угол между соседними линиями соответствует повороту антенны, а следовательно, и развертке на 5°).

Потенциометрами 207 и 208, оси которых выведены под шлиц, раздельно регулируется уровень импульсов отметок дальности и азимута. Регулировкой этих потенциометров осуществляют отсчетку импульсов отметок, благодаря чему импульсы малой амплитуды могут подаваться в большей степени, чем импульсы большой амплитуды. Как известно из описания блоками ДА-01 и ЖА-50 вырабатываются импульсы масштабных отметок и азимута разной амплитуды, поэтому на экранах индикаторов масштабная сетка получается дифференцированной по яркости, т.е. яркость свечения 10-километровых отметок меньше яркости свечения 50-километровых отметок, яркость свечения 50-километровых отметок меньше яркости свечения 100-километровых отметок.

Такая же дифференциация по яркости азимутальных отметок. Яркость свечения 5-градусных отметок меньше яркости 30-градусных отметок. Такое различие в яркости свечения отметок удобно при отсчете координат.

Кроме регулировки отсчетки масштабных импульсов в цепи осуществляется раздельная регулировка усиления отметок дальности и азимута потенциометрами 216 и 217, оси которых выведены под шлиц.

Масштабные отметки могут быть выключены с помощью переключателя 728, запирающего входные лампы цепи.

Ручкой потенциометра 280 регулируется напряжение на управляющем электроде трубки, чем достигается регулировка яркости изображения на трубке.

Цепь усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания. На вход усилителей отраженных сигналов вертикального канала 4 и наклонного канала 9 соответственно подаются сигналы с вертикального и наклонного каналов блока СБ-50. На вход усилителя опознавания 10 подаются сигналы опознавания. Сигналы, смешиваясь на выходе этих усилителей, поступают на выходной каскад 11 схемы. С выхода смешанные сигналы подаются на катод электроннолучевой трубки. Регулировка усиления осуществляется раздельно в каждом из усилительных каскадов при помощи потенциометров 243, 255 и 465, оси которых выведены под шлиц. Выключатели 718, 719 и 720 дают возможность раздельно подключать усилительные каскады к выходу схемы и отключать их.

Цепь управления рабочим режимом трубки. В цепь управления рабочим режимом трубки входят: схема управления фокусировкой

12 и схема засвета 14. С помощью схемы фокусировки регулируется (ручкой 475) ток в фокусирующей катушке 18.

Управление трубкой осуществляется импульсами, вырабатываемыми схемой засвета и подаваемыми на ускоряющий электрод. Схема засвета в свою очередь управляется П-образным импульсом схемы расширения цепи развертки дальности.

Таким образом, электроннолучевая трубка открывается только на время действия П-образного импульса схемы расширения, т.е. на время развертки. Катод электроннолучевой трубки находится под постоянным потенциалом, а потенциал управляющего электрода регулируется ручкой ЯРКОСТЬ потенциометра 280.

Схема смещения центра развертки. Схема смещения центра развертки 13 применяется для управления электромагнитным полем смещающих катушек (вращением ручки потенциометра 283) при работе индикатора в секторном режиме. Под действием электромагнитного поля смещающих катушек начало развертки может быть смещено в любую точку экрана трубки.

Для выключения этой схемы служит выключатель 726.

Для перемещения начала развертки по экрану осуществляется механическим поворотом смещающих катушек вокруг горловины трубки.

Цепь вращающей развертки дальности. К этой цепи в блоке индикатора ПО-02 относится только блок сервомотора 15 и механизм вращения отклоняющих катушек. Блок сервомотора работает в тесном взаимодействии с сервоусилителем, входящим в шкаф индикатора ПО-02. С помощью этой системы, о которой подробно сказано в описании синхронно-следящей системы (Техническое описание, ч. III), производится вращение отклоняющих катушек вокруг горловины трубки и осуществляется вращение развертки дальности.

3. ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ИНДИКАТОРА

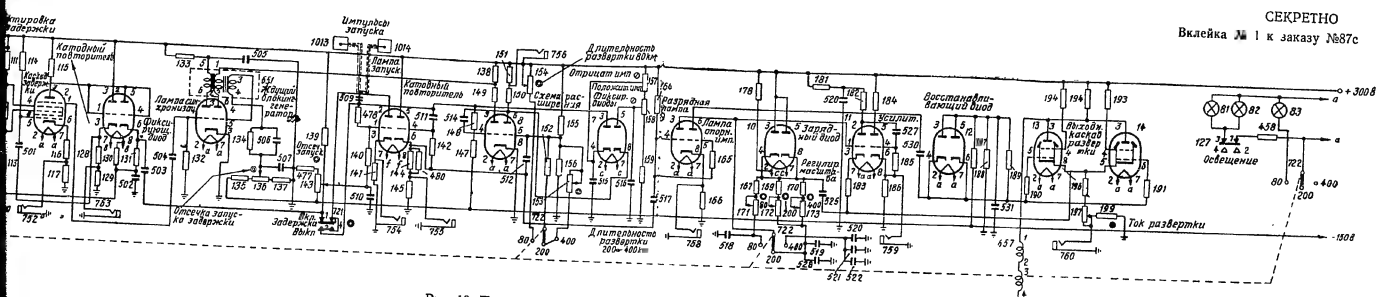
§ 7. Схема развертки дальности

Схема развертки дальности вырабатывает линейно изменяющийся во времени ток, которым питаются отклоняющие катушки индикатора.

Электромагнитное поле, создаваемое этим током, смещает электронный луч трубки вдоль радиуса экрана. Начало нарастания тока развертки должно или точно совпадать с началом прямого (зондирующего) сигнала передатчика, или может быть задержано относительно него на определенное время. Поэтому в каждый момент времени сила тока в отклоняющих катушках, а следовательно, и соответствующее ей положение следа электронной дальности.

В схему развертки дальности (рис. 10) входят:

- каскад запуска развертки (лампа 5);
- схема задержки запуска (лампы 2, 3 и 4);
- схема расширения импульса (лампы 6 и 7);



СЕКРЕТНО
Вклейка № 1 к заказу №87с

ду синхронизации обеспечивается большой постоянной времени переходной цепи (конденсатор 504, сопротивление 132), равной 10 мсек. Так как оба катода лампы 3 с изменением постоянного напряжения, снимаемого с потенциометров 119, 120 и 124, могут иметь сравнительно высокий потенциал относительно земли, то нить накала этой лампы питается от отдельного источника напряжения накала. Для уменьшения разности потенциалов между катодом и нитью накала последняя через высокоомное сопротивление 130 соединяется с движками потенциометров 119, 120 и 124. Сопротивления 117 и 129 — контрольные и на работу схемы не влияют.

Импульс, выработанный схемой задержки, снимается с катодного сопротивления лампы 2 и подается на сетку лампы синхронизации (левая половина лампы 4). В анодную цепь этой лампы включена одна из обмоток блокинг-трансформатора 651. Две другие обмотки этого трансформатора включены в схему ждущего блокинг-генератора (правая половина лампы 4).

В момент прихода на сетку лампы синхронизации положительного импульса запуска с катода лампы 2 в ее анодной цепи появляется кратковременный отрицательный импульс. Этот импульс посредством индуктивной связи передается с обратным знаком на сетку лампы ждущего блокинг-генератора и отпирает ее. Постоянное отрицательное напряжение, подаваемое на сетку лампы блокинг-генератора и обеспечивающее запирающее лампы до прихода импульса, можно изменять в пределах от 6 до 16,5 в. С приходом импульса, блокинг-генератор генерирует в свою очередь одиночный импульс, запускающий схему расширения. Для этого анодные цепи лампы ждущего блокинг-генератора и основной лампы схемы расширения (левая половина лампы 6) связаны друг с другом. Анодный импульс ждущего блокинг-генератора подается на часть анодной нагрузки левой половины лампы 6, состоящей из сопротивлений 138 и 149. Это уменьшает взаимное влияние этих схем. Амплитуда выходного импульса ждущего блокинг-генератора порядка 40 в. Принцип действия ждущего блокинг-генератора изложен в приложении.

Схема расширения служит для увеличения длительности короткого импульса запуска от 1 мсек до длительности, соответствующей заданной дальности.

Индикатор кругового обзора имеет три шкалы дальности 80, 200 и 400 км.

Для дальности 400 км длительность импульса схемы расширения соответственно равна 2670 мсек. Для дальности 200 км длительность импульса должна быть оставлена той же, так как на этой дальности должна быть обеспечена возможность секторного обзора, при котором на экране трубки укладывается 400 км. По тем же соображениям для дальности 80 км длительность импульса выбрана равной 1400 мсек, что соответствует дальности 200 км. Кроме того, расширенный импульс должен быть строго П-образной формы с короткими участками нарастания и спада и не должен зависеть от стабильности частоты импульса запуска.

Схема расширения с катодным повторителем и ограничивающим диодом включает в себя лампы 6, 7 и правую половину лампы 5. Основным элементом схемы является лампа 6 типа 6Н7С. Правая половина лампы 6 типа 6Н8С — катодный повторитель схемы, а лампа 7 — ограничивающий диод. Принцип действия схемы расширения такого типа изложен в приложении.

Длительность выходных импульсов схемы расширения определяется емкостью конденсатора 512 и величиной сопротивления 152. Постоянная времени этой цепи равна 1,55 мсек, с введением переменных сопротивлений 154 (для шкалы 80 км) и 153 (для шкал 200 и 400 км) эта постоянная времени значительно увеличивается, обеспечивая перекрытие заданных длительностей разверток.

Использование катодного повторителя (правой половины лампы 5) анодного импульса левой половины лампы 6 уменьшает время восстановления схемы, так как оно определяется постоянной времени цепи, состоящей из основного конденсатора 512 и малого входного сопротивления сетки — катод правой половины лампы 5. Наличие катодного повторителя удобно еще тем, что при этом отрицательный запирающий импульс, подаваемый в остальные цепи, получается достаточной мощности.

Кроме вышеуказанного, на время восстановления схемы существенное влияние оказывают паразитные междуэлектродные емкости анод — сетка, создающие дополнительные перепады анодного напряжения в начале и в конце импульса. Ограничение этих перепадов производится включением в анодные цепи ламп диодов (лампа 7), чем достигается ограничение времени установления за счет ограничения напряжения перепада.

Фиксация положительного напряжения схемы расширения левым диодом 7 (левая половина лампы 6Х6С) происходит примерно на уровне напряжения 270 в, а отрицательного напряжения — правым диодом 7 (правая половина лампы 6Х6С) на уровне 170 в. Амплитуда выходного импульса схемы расширения порядка 120 в. Нить накала лампы 5 питается от отдельного источника напряжения накала.

Выходной П-образный импульс схемы расширения, снимаемый с катодного сопротивления правой половины лампы 5, подается на управляющую сетку разрядной лампы (левая половина лампы 9) схемы генератора пилообразного напряжения со следящей емкостной связью.

Схема генератора развертки дальности вырабатывает напряжения пилообразной формы. Длительность вырабатываемого пилообразного импульса определяется длительностью импульса схемы расширения. Схема состоит из генератора пилообразного напряжения (левая половина лампы 9 типа 6Н7С) и зарядного диода 10 типа 6Х6С.

На сетку левой половины лампы 9 поступает П-образный импульс с катодного повторителя схемы расширения. Конденсатор 518 (519, 528, 520, 521, 522) заряжается от конденсатора 525 цепи об-

ратной связи через сопротивления 167 и 171 (169 и 172, 170 и 173) до тех пор, пока к сетке разрядной лампы приложен отрицательный импульс схемы расширения. С прекращением импульса конденсатор разряжается через левую половину лампы 9.

Принцип действия такой схемы изложен в приложении.

Постоянная времени цепи сетки левой половины лампы 9 (разрядной лампы), определяемая емкостью конденсатора 517 и величиной сопротивления 164, равна 0,25 сек. Такая постоянная времени обеспечивает неискаженную передачу расширенного импульса на обе сетки лампы 9. Скорость нарастания пилообразного напряжения и его амплитуда определяются параметрами постоянных и переменных сопротивлений 167—171, 169—172, 170—173 и конденсаторов 518, 519 и 528, 520, 521 и 522 соответственно для масштабов дальности 80, 200 и 400 км.

Амплитуда пилообразных напряжений в среднем положении движков потенциометров масштаба развертки (171, 172, 173) равна 80 в (для шкал 80 и 200 км) и 30 в (для шкалы 400 км).

Для получения линейного пилообразного напряжения ток заряда конденсатора должен сохраняться постоянным. Это достигается путем подачи на катод зарядного диода напряжения, близкого по форме к напряжению на конденсаторе 518 (519, 528, 520, 521, 522). Для этого зарядные сопротивления подключаются к шине +300 в через диод 6Х6С (лампа 10). Диод автоматически запирается на время заряда конденсатора 518 (519, 528, 520, 521, 522), так как на его катод подается дополнительное положительное напряжение через конденсатор 525 с катодной нагрузки выходной лампы.

Емкость конденсатора 525 цепи обратной связи выбрана примерно в 80 раз больше максимальной емкости зарядной цепи (конденсатор 520, 521, 522), и, следовательно, постоянная времени цепи обратной связи получается значительно больше постоянной времени зарядной цепи.

При этом линейность развертки получается такой, что на всех шкалах дальности наибольшее отклонение пилообразного напряжения от линейного закона не превышает 1,5—2%.

Следовательно, во время подачи на сетку левой половины лампы 9 отрицательного импульса схемы расширения на аноде ее будет положительное пилообразное напряжение, линейное во времени.

Как только действие импульса схемы расширения кончается, лампа 9 отпирается и происходит быстрый разряд зарядного конденсатора 518 (519, 528, 520, 521, 522) через лампу.

Пилообразное напряжение с зарядного конденсатора подается на схему усилителя с обратной связью.

Нить накала диода питается от отдельного источника напряжения накала.

Схема усилителя с обратной связью служит для усиления пилообразного напряжения, снимаемого с зарядного конденсатора. В схему входят лампы 11, 12, 13 и 14. Лампа 11 типа 6Н8С — усилитель, лампа 12 типа 6Х6С — восстановитель постоянной составля-

ющей и лампы 13 и 14 типа 6ПЗ — выходные лампы схемы развертки дальности.

Принцип действия такой схемы изложен в приложении в конце книги.

Левая половина лампы 11 усиливает напряжение, равное разности между линейным напряжением на зарядном конденсаторе 518 (519, 528, 520, 521, 522) и напряжением, поданным на ее катод через сопротивление 183. С анода первой усилительной лампы (левая половина лампы 11) через переходной конденсатор 527 это разностное напряжение подается на сетку второго усилительного каскада (правая половина лампы 11). Усиленное разностное напряжение снимается с анода правой половины лампы 11 и подается на сетку выходных ламп 13 и 14 цепи развертки дальности. В анод левой половины усилительной лампы 11 включена развязывающая цепь из сопротивления 181 и конденсатора 526. Эта развязывающая цепь уменьшает воздействие импульсов, которые могут попасть с анодной шины на сетку второй усилительной лампы (правая половина лампы 11), чем достигается устойчивость режима схемы с обратной связью. Постоянная времени сеточной цепи второй лампы усилителя равна 30 мсек, что обеспечивает неискаженную передачу на ее сетку пилообразного напряжения наибольшей длительности. Величина разностного напряжения между сеткой и катодом левой половины лампы 11 — 0,5 — 0,76 в. Коэффициент усиления усилитель (лампы 11) с включенной обратной связью порядка 150 — 200.

При передаче импульса с анода второго усилительного каскада (правая половина лампы 11) на сетку выходных ламп 13 и 14 происходит заряд конденсатора 530. За время отсутствия импульса конденсатор должен полностью разрядиться, так как оставшийся на нем заряд внесет значительные искажения.

Для исключения возможных искажений в схему включен восстанавливающий диод (лампа 12).

Восстановление постоянной составляющей напряжения на конденсаторе 527 осуществляется сеточной цепью правой половины лампы 11. Принцип работы ламп восстановления постоянной составляющей изложен в конце книги в приложении.

Выходные лампы до прихода пилообразного напряжения заперты постоянным отрицательным смещением на управляющих сетках. С момента поступления со схемы расширения на сетку разрядной лампы (левая половина лампы 9) отрицательного импульса выходные лампы отпираются положительным импульсом, образующимся на анодной нагрузке правой половины лампы 11. Для этого ее анод гальванически связан с анодом правой половины лампы 9.

Правая половина лампы 9, отпираясь и запираясь одновременно с разрядной лампой (левая половина лампы 9), изменяет напряжение на аноде правой половины лампы 11, обеспечивая этим отпирание выходных ламп на время прямого хода развертки дальности и запираание их на время обратного хода.

26

Смещение на сетки выходных ламп 13 и 14 снимается с делителя напряжения, состоящего из сопротивлений 187 и 188, и равняется примерно 80 в. Постоянная времени сеточной цепи выходных ламп определяется величиной сопротивления 189, емкостью конденсатора 530 и равна 30 мсек, что обеспечивает неискаженное прохождение импульса с анода правой половины лампы 11 на сетки выходных ламп.

В анодную цепь выходных ламп 13 и 14 включены отклоняющие катушки 657. Линейный пилообразный ток, питающий обмотки этих катушек, смещает луч электронно-лучевой трубки в радиальном направлении, образуя развертку дальности.

Амплитуда выходного тока регулируется потенциометром 197 в пределах от 100 до 350 ма.

Амплитуда тока, необходимая для отклонения луча на весь экран трубки, должна быть порядка 170 ма. Такая амплитуда выходного тока позволяет смещать луч по диаметру трубки в режиме секторного обзора. Применение в выходном каскаде двух ламп, работающих в параллель, объясняется большой амплитудой выходного тока.

Сопротивления 190 и 191 в цепях управляющих сеток и сопротивления 192 и 193 в цепях экранирующих сеток служат для предотвращения возбуждения ламп выходного каскада развертки на высоких частотах.

В индикаторе кругового обзора применены отклоняющие катушки открытого типа. Такие катушки и режим их работы описаны в приложении. Данные катушек, примененных в блоке, следующие: индуктивность 0,130 мГн, число витков 2 000. Отклоняющие катушки шунтируются сопротивлением 194, установленным для гашения собственных колебаний, которые могут возникнуть в контуре отклоняющих катушек, образованном индуктивностью катушки с паразитной емкостью.

§ 8. Схема смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута

Для того чтобы на экране трубки создать линии электрического масштаба дальности и азимута, на управляющий электрод трубки необходимо подать импульсы с блока масштабных отметок дальности (блок ДА-01) и с блока масштабных отметок азимута (блок ЖА-50).

Подаваемые на управляющий электрод трубки импульсы масштабных отметок должны регулироваться по соотношению амплитуд и совместно по общей амплитуде отметок масштабной сетки. Для этого в индикаторе предусмотрена возможность выделения импульсов 50 и 100-километровых отметок дальности и 30-градусных отметок азимута и регулировки амплитуды выделенных сигналов. Эти задачи решаются схемой смешивания и усиления масштабных отметок.

27

Принципиальная схема цепи смешивания и усиления масштабов отсчетов дальности и азимута приведена на рис. 11. В схему входят: входная лампа 15 типа 6Н8С, ограничивающий диод—лампа 16 типа 6Х6С, смешивающая лампа 17 типа 6Ж4 и выходная лампа 18 типа 6Н8С.

Входная лампа представляет собой два катодных повторителя, служащих для устранения в индикаторе влияния внешних цепей на цепи смешивания. Импульсы отсчетов повторяются на катодных сопротивлениях 211 и 213 этих ламп и соответственно подаются на аноды двойного диода 16 (отсекающие диоды), работающего как амплитудный ограничитель с последовательно включенным диодом.

Катоды диода через сопротивления соединены с катодом усиленной лампы 17.

Постоянный потенциал на катоду усиленной лампы задается положительным потенциалом на ее управляющей сетке. Разность потенциалов между анодами и катодами диода до прихода импульсов определяется разностью постоянных напряжений, поданных на сетки ламп входных катодных повторителей (обе половинки лампы 15) и на сетку лампы усиленного каскада (лампа 17). Эта разность потенциалов выбирается такой, чтобы диод был закрытым и открывался только с приходом на его анод положительных импульсов отсчетов. Постоянное напряжение на управляющих сетках лампы 15, снимаемое с потенциометров 207 и 208, может изменяться от —55 до —95 в, а относительно потенциала, подаваемого на управляющую сетку лампы 17, от 0 до —40 до —45 в. Это обеспечивает возможность полной отсечки импульсов. Если же выключателем 728 сетка лампы 15 подсоединить к земле, то эта разность увеличится до —90 до —95 в. Лампа 15 в этом случае окажется закрытой и масштабных отсчетов не будет.

Смешивание отсчетов дальности и азимута осуществляется на катодном сопротивлении усиленной лампы 17. Сетка этой лампы по переменному напряжению заземлена через конденсатор 541, следовательно, изменения напряжения в катодной цепи будут усиливаться в анодной цепи этой лампы с тем же знаком. Поскольку длительность импульсов отсчетов мала (порядка 1 мксек), то усилитель должен быть широкополосным. Амплитуду масштабного импульса дальности (при постоянной величине отсечки) определяет коэффициент усиления усилителя с катодным выходом (лампа 17), а также отношение величин переменных сопротивлений 216 и 217 к величине выходного сопротивления этого усилителя.

Коэффициент усиления масштабных импульсов дальности регулируется в пределах от 0,5 до 10 изменением величины сопротивления 216, а коэффициент усиления масштабных импульсов азимута регулируется в пределах от 1 до 10 изменением величины сопротивления 217. Конденсатор 540—блокировочный. Катушка индуктивности 652 включена для корректировки частотной характеристики усиленного каскада. Величина индуктивности регулируется карбонильным сердечником.

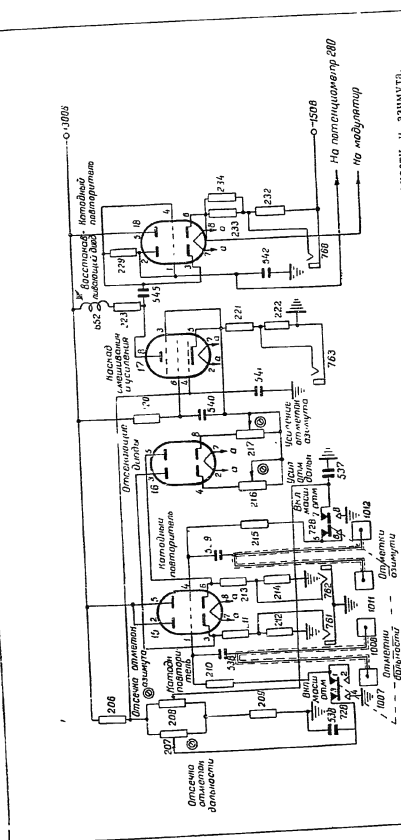


Рис. 11. Принципиальная схема цепи смешивания и усиления масштабных отсчетов дальности и азимута.

Усиленные импульсы с анода лампы 17 через переходной конденсатор 545 подаются на сетку лампы выходного катодного повторителя (чтобы искажения импульсов отсчетов при передаче их в трубку были минимальными, на выходе схемы включен катодный повторитель). Левая половина лампы 18 служит для восстановления постоянной составляющей напряжения на переходном конденсаторе 545.

Емкость переходного конденсатора 545 и величина сопротивления утечки катодного повторителя (правая половина лампы 18) определяют постоянную времени цепи порядка 0,25 сек., что обеспечивает неискаженное прохождение серии импульсов отсчетов азимута. Постоянное напряжение на сетке катодного повторителя при вращении ручки ЯРКОСТЬ (переменное сопротивление 280 на рис. 12) будет меняться от -150 до $+50$ в. Конденсатор 542—блокировочный. Сопротивления 212, 214, 222 и 232—контрольные и на работу схемы не влияют.

С катода правой половины лампы 18 импульсы масштабных отсчетов подаются на управляющий электрод электроннолучевой трубки.

Принципы действия схемы катодного повторителя, схемы амплитудного ограничителя и схемы широкополосного усилителя изложены в приложении в конце книги.

§ 9. Схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания

Схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания служит для усиления импульсов, поступающих со смесительного устройства (СБ-50). В схему входят три одинаковых широкополосных усилителя с общей анодной нагрузкой, на которой происходит смешивание отраженных сигналов и сигналов опознавания. На выходе цепи усиления поставлен катодный повторитель.

Принципиальная схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания приведена на рис. 12. В схему входят: усилитель отраженных сигналов вертикального канала (лампа 19 типа 6Ж4), усилитель сигналов опознавания (лампа 20 типа 6Ж4), усилитель отраженных сигналов наклонного канала (лампа 21 типа 6Ж4) и выходная лампа 25 типа 6Н8С. Поскольку все усилители схемы одинаковы, рассмотрим один из них, например, усилитель отраженных сигналов вертикального канала.

Положительный импульс отраженного сигнала с амплитудой $2 \div 2,5$ в от блока СБ-50 подается на управляющую сетку лампы широкополосного усилителя через разъем 1005, разделительный конденсатор 548 и сопротивление 236.

С делителя напряжения, состоящего из сопротивлений 239, 240 и 241 и включенных между шиной -150 в и землей, при замыкании контактов 1—3 выключателя 716 на управляющую сетку лампы 19 подается постоянное смещение порядка 1,5 в. С приходом отраженного сигнала в анодной цепи лампы появляется усиленный импульс

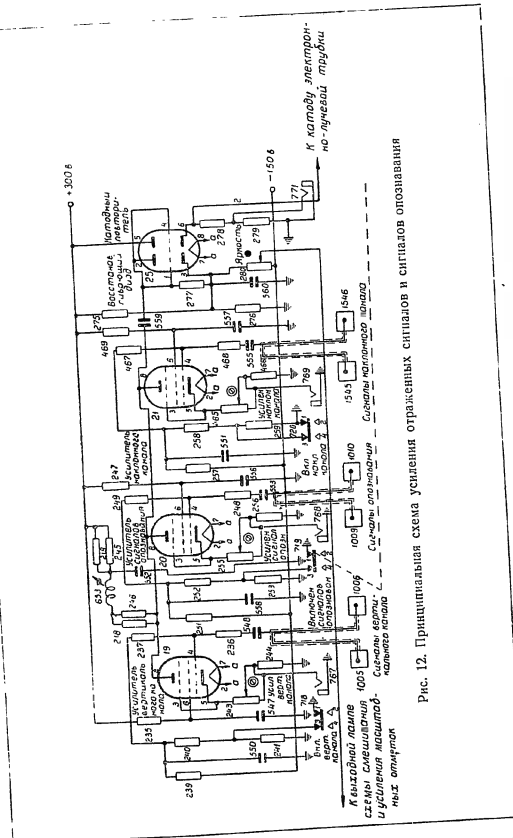


Рис. 12. Принципиальная схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания

отраженного сигнала отрицательной полярности. При разомкнутых контактах 1—3 выключателя 718 напряжение на управляющей сетке понижается до ~ 40 в. Конденсатор 550 блокирует цепь управляющей сетки, а конденсатор 547 — цепь экранирующей сетки лампы. Сопротивление 236 ограничивает сеточные токи лампы при подаче на ее управляющую сетку импульсов с большими амплитудами.

Коэффициент усиления лампы 19 регулируется изменением величины сопротивления 243 в пределах от 3 до 15. Сопротивление 244 — контрольное.

В анодной цепи усилительных ламп последовательно с анодным сопротивлением включена корректирующая катушка (дрессель в.ч.) 653, индуктивность которой регулируется карбоильным сердечником. Величина анодного сопротивления 246 и 218 и индуктивности корректирующей катушки определяют полосу пропускания усилителя в 1,8 мГц.

Развязывающая цепь в анодной цепи усилительных ламп состоит из сопротивления 245 и 219 и конденсатора 552. Она снижает анодное напряжение ламп до 90—140 в, обеспечивая этим нормальный режим работы этих ламп и ограничивая рассеиваемую на их анодах мощность.

Отраженные сигналы с анодов усилительных ламп через переходной конденсатор 559 поступают на сетку правой половины лампы 25 (6Н8С) выходного катодного повторителя схемы усиления. Восстанавливающий диод (левая половина лампы 25) фиксирует постоянный потенциал на сетке выходного катодного повторителя после переходного конденсатора 559.

На катод трубки с сопротивлением 278 через лампу катодного повторителя 25 подается постоянное напряжение порядка $+50$ — $+60$ в, снимаемое с делителя, состоящего из сопротивлений 275, 276 и 280, включенных: первое и второе — между шиной $+300$ в и землей, третье — между шиной -150 в и землей.

Как уже говорилось выше, напряжение, поступающее на управляющий электрод, снимается с переменного сопротивления 280. При вращении ручки ЯРКОСТЬ напряжение на управляющем электроде трубки относительно потенциала ее катода будет изменяться в пределах от 0 до -200 в.

Это обеспечивает полное запаривание электронного луча трубки по управляющему электроду. Сопротивление 279 в катоде лампы — контрольное. С приходом на катод трубки усиленного отрицательного отраженного сигнала потенциал управляющего электрода трубки по отношению к катоду уменьшается и экран трубки в это время засвечивается. Работа схемы широкополосного усилителя, схемы катодного повторителя и схемы восстанавливающего диода изложены в приложении.

§ 10. Схема вращения развертки дальности

Для получения вращения развертки дальности в индикаторе кругового обзора используется вращение отклоняющей катушки син-

хронно с антенной. На рис. 13 представлена принципиальная схема вращения развертки дальности.

Цепь вращения развертки дальности состоит из блока сервомотора БСМ-01, отклоняющей системы 657 и сервоусилителя. В блок сервомотора БСМ-01 входят: сельсин 702 точного слежения типа СС-405, сельсин 703 грубого слежения типа СС-405 и электродвигатель 701 типа СЛ-262.

Статорные обмотки сельсинов индикатора соединены с роторными обмотками сельсинов-датчиков, размещенных в блоке ФД-01. Напряжение с роторных обмоток сельсинов индикатора через разъем 1015 поступает на вход сервоусилителя, а с выхода сервоусилителя — на обмотку возбуждения электродвигателя.

При вращении антенны напряжения рассогласования, снимаемые с роторных обмоток сельсинов блока сервомотора, усиливаются сервоусилителем и воздействуют на обмотку возбуждения сервомотора, ротор которого начинает вращаться синхронно и синфазно с антенной. Электродвигатель через редуктор вращает отклоняющую катушку 657 индикатора.

Отклоняющая система механически связана с блоком сервомотора.

Принцип действия синхронной передачи угла поворота антенны, конструкция и кинематическая схема блока сервомотора БСМ-01 и описание схемы сервоусилителя приведены в описании синхронно-следящей системы (Техническое описание, ч. III).

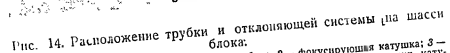
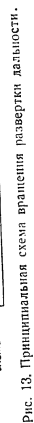
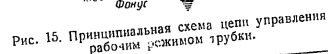
Сопротивления 101, 102 и 103 включены в цепь питания электродвигателя (220 в) последовательно с якорем и определяют величину питающего тока.

Сопротивления 483 и 481, включенные параллельно якорю двигателя, и контрольные сопротивления 484 и 482 служат для контроля надежности контакта между коллектором и щетками прибора, включаемым в контрольные гнезда 811 и 812. Расположение трубки и отклоняющей системы на шасси блока показано на рис. 14.

§ 11. Цепь управления рабочим режимом трубки

В цепь управления рабочим режимом трубки входят две раздельные схемы: схема управления фокусировкой и схема засвета. Принципиальная схема цепи управления рабочим режимом трубки приведена на рис. 15. В схему управления фокусировкой входит лампа 31 типа 6П3С. В анодную цепь этой лампы включена фокусирующая катушка, а в цепь управляющей сетки включен потенциометр 475, которым можно изменять постоянный потенциал на сетке.

При этом будет изменяться ток фокусирующей катушки в пределах от 5 до 20 мА. Фокусировка луча осуществляется регулировкой тока фокусирующей катушки. Конденсатор 599, заземляющий сетку лампы по переменному напряжению, — блокировочный. Принцип

[illegible]

магнитной фокусировки луча с помощью подобной схемы описан в приложении в конце книги.

В схеме засвета используется лампа 42 типа 6П3С.

Электроннолучевая трубка должна отпираться только на время действия развертки. Для этой цели управляющая сетка (через сопротивление 473) и катод лампы 42 (через сопротивление 476) соединены с шиной — 150 в, причем напряжение на катоде подбрасывается таким, чтобы лампа была отперта. Анодное напряжение в это время около 20 в (относительно земли). Этим напряжением трубка запирается по ускоряющему электроду.

Управляющая сетка связана с катодным повторителем схемы развертки дальности (лампа 5) через разделительный конденсатор 566. С приходом на сетку отрицательного импульса напряжение на сетке понижается (относительно катода), лампа запирается, анодное напряжение лампы увеличивается и трубка отпирается по ускоряющему электроду; при этом трубка остается открытой на все время длительности импульса схемы расширения, т. е. длительности развертки. Постоянная времени переходной цепи (конденсатор 566 и сопротивление 473), равная 100 мсек, обеспечивает неискаженное прохождение импульса с катода правой половины лампы 5 на сетку лампы 42.

§ 12. Схема смещения центра развертки

Схема смещения центра развертки служит для перемещения начала развертки в любую точку экрана трубки в режиме секторного обзора.

Перемещение начала развертки осуществляется подачей постоянного тока в катушки с замкнутым магнитопроводом. Материал ярма — молибденовый пермаллой с малой коэрцитивной силой.

Принципиальная схема смещения в индикаторе центра развертки приведена на рис. 16.

Величина тока в смещающих катушках регулируется изменением тока лампы 26 типа 6П3С. Для этого потенциометром 283, включенным через переключатель 726, регулируется напряжение смещения на сетке лампы.

В режиме секторного обзора переключатель 726 ставится в положение 3—1. Через лампу проходит ток. В этом случае сопротивление 282 ограничивает подачу положительного напряжения на сетку лампы 26, предохраняя ее тем самым от перегрузки. Сопротивление 284, включенное в катодную цепь лампы, увеличивает ее внутреннее сопротивление и уменьшает амплитуду импульса анодного тока. Это обеспечивает плавное изменение анодного тока лампы смещения. Конденсатор 565 — блокировочный.

В режиме кругового обзора на сетку лампы 26 подается полное напряжение с шины — 150 в (положение 2—4 переключателя 726), лампа заперта и ток через нее не идет.

36

Описание конструкции и принципа работ смещающих катушек с замкнутым магнитопроводом дано в приложении.

§ 13. Система контроля цепей

Для контроля работы ламп и питающих напряжений в индикаторе кругового обзора предусмотрены специальные контрольные гнезда. Все контрольные гнезда выведены на переднюю панель блока.

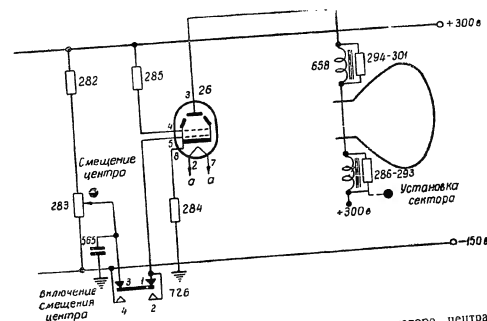


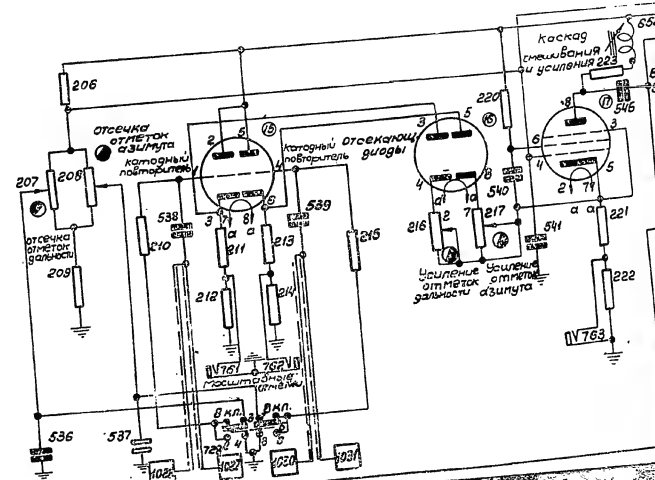
Рис. 16. Принципиальная схема смещения в индикаторе центра развертки.

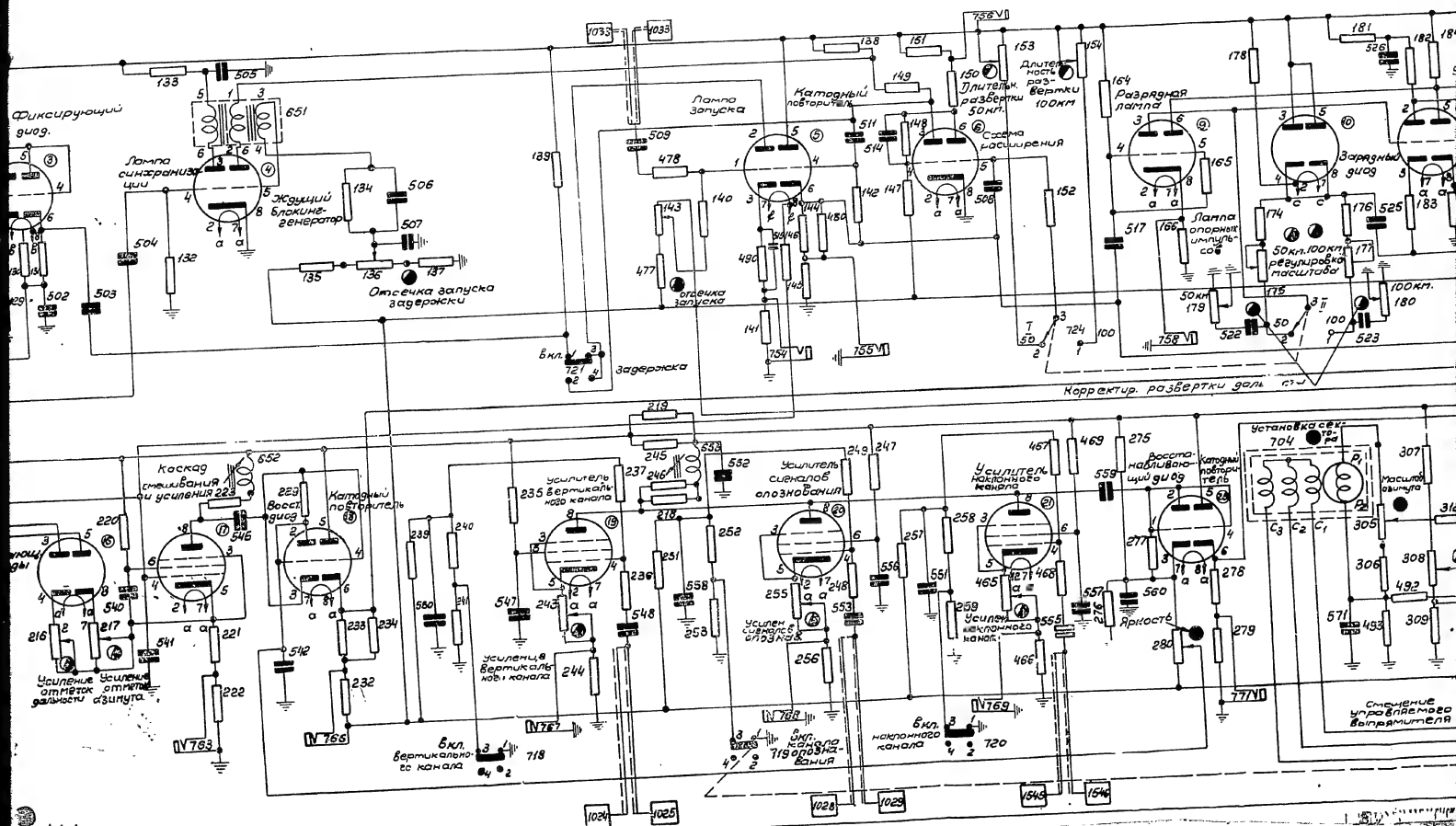
В каждую контролируемую цепь включаются измерительные (контрольные) сопротивления (последовательно с основными сопротивлениями). С этих сопротивлений снимаются напряжения на контрольных гнезда, в которые включаются приборы (осциллограф или вольтметр). Выбором величин контрольных сопротивлений предусмотрено:

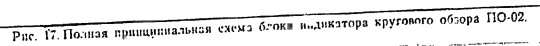
- исключение влияния контрольного сопротивления на работу схемы;
- уравнивание на контрольных гнездах всех проверяемых напряжений, что позволяет пользоваться прибором с одной шкалой;
- исключение шунтирования контрольных сопротивлений измерительными приборами, что могло бы вызвать искажение формы контролируемых напряжений и осциллограмм.

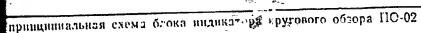
Полная принципиальная схема блока индикатора кругового обзора ЦО-02 приведена на рис. 17.

37

[illegible]







Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
128	Сопровождение	BC-2.0	47 ком, 10%
129	"	BC-0.25	100 ом, 10%
130	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
131	"	BC-0.5	10 ком, 10%
132	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
133	"	BC-2.0	47 ком, 10%
134	"	BC-0.5	27 ком, 10%
135	"	BC-0.5	0.22 Мом, 10%
136	"	СП-2-22-A	22 ком
137	"	BC-0.5	10 ком, 10%
138	"	BC-0.25	560 ом, 1%
139	"	BC-1.0	3.3 ком, 10%
140	"	BC-0.25	22 ком, 10%
141	"	СВП	25 ом, 5%
142	"	BC-0.25	0.46 Мом, 10%
143	"	СП-2-220-A	220 ком
144	"	BC-2.0	47 ком, 10%
145	"	BC-0.25	100 ом, 10%
146	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
147	"	BC-1.0	0.33 Мом, 5%
148	"	BC-1.0	0.47 Мом, 5%
149	"	BC-2.0	22 ком, 10%
150	"	BC-2.0	22 ком, 10%
151	"	BC-0.25	100 ом, 10%
152	"	BC-0.5	0.47 Мом, 10%
153	"	СП-2-1000-A	1 Мом
154	"	СП-2-1000-A	1 Мом
155	"	BC-0.5	0.82 Мом, 10%
156	"	BC-0.5	0.47 Мом, 10%
157	"	Переменное проволочное, тип 1	10 ком
158	"	Переменное проволочное, тип 1	10 ком
159	"	BC-2.0	10 ком, 10%
164	"	BC-1.0	1 Мом, 10%
165	"	BC-0.25	0.1 Мом, 10%
166	"	BC-0.25	56 ом, 10%
167	"	BC-1.0	1 Мом, 10%
169	"	BC-1.0	1 Мом, 10%
170	"	BC-1.0	1 Мом, 10%
171	"	СП-2-1500-A	1.5 Мом
172	"	СП-2-1500-A	1.5 Мом
173	"	СП-2-1500-A	1.5 Мом
178	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
181	"	BC-0.5	10 ком, 10%
182	"	BC-1.0	33 ком, 10%
183	"	BC-0.5	2.7 ком, 10%
184	"	BC-2.0	47 ком, 10%
185	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
186	"	BC-0.25	100 ом, 10%
187	"	BC-0.25	0.1 Мом, 10%
188	"	BC-0.25	0.12 Мом, 10%
189	"	BC-0.25	1 Мом, 10%

Продолжение				Продолжение			
Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные	Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
190	Сопrotивление	BC-0.25	5,6 ком, 10%	276	Сопrotивление	BC-1.0	39 ком, 10%
191	"	BC-0.25	5,6 ком, 10%	277	"	BC-0.25	0,22 Мом, 10%
192	"	BC-1.0	100 ом, 10%	278	"	BC-1.0	10 ком, 10%
193	"	BC-1.0	100 ом, 10%	279	"	BC-0.25	56 ом, 10%
194	"	BC-2.0	22 ком, 10%	280	"	СП-2-220-A	220 ком
196	"	ПЭ-1	100 ом	282	"	BC-0.5	0,27 Мом, 10%
197	"	Переменное проволочное, тип 2	200 ом, 4 вт	283	"	СП-2-220-A	0,22 Мом
199	"	СБП	5 ом, 50%	284	"	ПЭ-1	600 ом
206	"	BC-1.0	56 ком, 10%	285	"	BC-1.0	100 ом, 10%
207	"	СП-2-22-A	22 ком	286	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
208	"	СП-2-22-A	22 ком	287	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
209	"	BC-0.5	15 ком, 10%	288	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
210	"	BC-0.25	1 Мом, 10%	289	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
211	"	BC-1.0	15 ком, 10%	290	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
212	"	BC-0.25	150 ом, 10%	291	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
213	"	BC-1.0	15 ком, 10%	292	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
214	"	BC-0.25	150 ом, 10%	293	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
215	"	BC-0.25	1 Мом, 10%	294	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
216	"	СП-2-10-A	10 ком	295	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
217	"	СП-2-4,7-A	4,7 ком	296	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
218	"	BC-2.0	8,2 ком, 10%	297	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
219	"	BC-2.0	10 ком, 10%	298	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
220	"	BC-0.5	33 ком, 10%	299	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
221	"	BC-2.0	10 ком, 10%	300	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
222	"	BC-0.25	56 ом, 10%	301	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
223	"	BC-0	4,7 ком, 10%	302	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
229	"	BC-0.25	1 Мом, 10%	303	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
232	"	BC-0.25	56 ом, 10%	304	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
233	"	BC-2.0	33 ком, 10%	305	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
234	"	BC-2.0	33 ком, 10%	306	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
235	"	BC-1.0	33 ком, 10%	307	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
236	"	BC-0.25	68 ком, 10%	308	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
237	"	BC-0.25	470 ом, 10%	309	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
239	"	BC-1.0	0,47 Мом, 10%	310	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
240	"	BC-0.5	1 ком, 10%	311	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
241	"	BC-0.5	1 ком, 10%	312	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
243	"	СП-2-1-A	47 ком, 10%	313	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
244	"	BC-0.25	1 ком	314	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
245	"	BC-2.0	56 ом, 10%	315	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
246	"	BC-2.0	10 ком, 10%	316	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
247	"	BC-2.0	8,2 ком, 10%	317	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
248	"	BC-1.0	68 ком, 10%	318	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
249	"	BC-0.25	470 ом, 10%	319	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
251	"	BC-1.0	0,47 Мом, 10%	320	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
252	"	BC-0.5	1 ком, 10%	321	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
253	"	BC-0.5	1 ком, 10%	322	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
255	"	СП-2-1-A	47 ком, 10%	323	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
256	"	BC-0.25	1 ком	324	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
257	"	BC-1.0	56 ом, 10%	325	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
258	"	BC-0.5	1 ком, 10%	326	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
259	"	BC-0.5	1 ком, 10%	327	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
275	"	BC-1.0	47 ком, 10%	328	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
			0,15 Мом, 10%	329	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				302	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				303	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				304	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				305	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				306	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				307	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				308	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				309	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				310	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				311	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				312	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				313	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				314	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				315	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				316	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				317	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				318	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				319	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				320	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				321	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				322	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				323	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				324	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				325	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				326	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				327	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				328	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				329	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				330	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				331	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				332	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				333	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				334	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				335	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				336	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				337	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				338	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				339	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				340	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				341	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				342	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				343	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				344	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				345	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				346	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				347	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				348	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				349	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				350	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				351	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				352	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				353	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				354	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				355	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				356	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				357	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				358	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				359	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				360	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				361	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				362	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				363	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				364	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				365	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				366	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				367	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				368	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				369	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				370	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				371	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				372	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				373	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				374	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				375	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				376	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				377	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				378	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				379	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				380	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				381	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				382	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				383	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				384	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				385	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				386	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				387	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				388	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				389	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				390	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				391	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				392	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				393	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				394	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				395	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				396	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				397	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				398	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				399	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				400	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				401	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				402	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				403	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				404	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				405	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				406	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				407	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				408	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				409	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				410	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				411	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				412	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				413	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				414	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				415	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				416	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				417	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				418	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				419	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				420	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				421	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				422	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				423	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				424	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				425	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				426	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				427	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				428	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				429	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				430	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				431	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				432	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				433	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				434	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				435	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
				436	"	BC	

Продолжение				Продолжение				
Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные	Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные	
503	Конденсатор	КТК-1-500-47-II	47 пф, 500 в	657	Катушка отклоняющая	—	—	
504		КСО-5-250-A-10000-II	10000 пф, 250 в	658		Катушка смещения	—	—
505		КСО-5-500-A-6800-II	6800 пф, 500 в	701		Двигатель (с выводом средней точки)	СЛ-262	—
506		КСО-2/3-570-A-1000-II	10 000 пф, 500 в	702		Сельсин точного слежения	СС-405	—
509		КБГ-М2-400-0,25-III	470 пф, 500 в	703		Сельсин грубого слежения	СС-405	—
511		КСО-5-500-Г-3300-II	0,25 мкф, 400 в	718		Выключатель	—	—
512		КТК-1-500-A-10-II	3300 пф, 500 в	719		Переключатель двухполюсный	—	—
514		КБГ-МП-2В-600-III	10 пф, 500 в	720		Выключатель	—	—
515, 516		КБГ-М2-400-0,25-III	2×0,5 мкф, 400 в	721		Переключатель пакетный	—	—
517		КСО-5-500-A-4700-II	0,25 мкф, 400 в	722		Выключатель	—	—
518	КСО-5-500-Г-4700	4700 пф, 500 в	726	Выключатель	—	—		
519	КСО-5-500-Г-6800	4700 пф, 500 в	727	Переключатель двухполюсный	—	—		
520	КСО-5-500-Г-6800-II	6800 пф, 500 в	728	Контрольное гнездо	—	—		
521	КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	752	—	—	—		
522	КБГ-МН-2В-400-III	2 мкф, 400 в	753	—	—	—		
525	КСО-8-500-A-30000-II	30000 пф, 500 в	754	—	—	—		
526	КСО-5-500-Г-4700-II	4700 пф, 500 в	755	—	—	—		
527	КСО-8-500-A-30000-II	30000 пф, 500 в	756	—	—	—		
528	КБГ-МП-2В-60-III	2×0,5 мкф, 400 в	757	—	—	—		
530	КБГ-МП-3В-400-III	3×0,1 мкф, 400 в	758	—	—	—		
531, 599	КСО-5-250-A-10000-II	10000 пф, 250 в	759	—	—	—		
536, 537, 541	КСО-5-250-A-1-000-II	10000 пф, 250 в	760	—	—	—		
538	КСО-8-500-A-30000-II	30000 пф, 500 в	761	—	—	—		
539	КБГ-МП-3В-400-III	3×0,1 мкф, 400 в	762	—	—	—		
540	КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	763	—	—	—		
542, 550, 558	КБГ-МП-2В-600-III	2×0,5 мкф, 400 в	764	—	—	—		
545	КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	765	—	—	—		
547, 552	КБГ-МП-2В-600-III	2×0,5 мкф, 400 в	766	—	—	—		
548	КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	767	—	—	—		
551, 560, 565	КБГ-МП-3В-400-III	3×0,1 мкф, 400 в	768	—	—	—		
553	КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	769	—	—	—		
555	КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	793	—	—	—		
556, 557	КБГ-МП-2В-600-III	2×0,5 мкф, 400 в	794	—	—	—		
559	КСО-5-500-A-4700-II	4700 пф, 500 в	795	—	—	—		
566	КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	809	—	—	—		
651	Блокннг-трансформатор	—	—	811	Разъем одноконтактный	—	—	
652	Катушка индуктивности	—	320 мкг*	812		—	—	
653	—	—	—	1004		—	—	
656	Катушка фокусирующая	—	400 мкг	1005		—	—	
				1006		—	—	
				1007		—	—	
				1008		—	—	
				1009		—	—	
				1010		—	—	
				1011		—	—	
				1012	—	—		

* Индуктивность без магнитного сердечника.

* Индуктивность без магнитного сердечника.

§ 14. Общие

§ 14. Общие

Пол-
размеще-
Органи-
шестер-
ша боев-
вается.
Катан-
деленно
секторн-
редник
шарнир
Потом
креплен-
ным ш-
ляется
кольцо
обрам-
трукон-
фокус
Два
шасси

Общий вид блока индикатора кругового обзора показан на рис. 18, 19 и 20.

§ 15. Графическая шкала

используется:

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
1013	Разъем одно-контактный	—	—
1014	То же	—	—
1015	Разъем 14-контактный	—	—
1016	Разъем 8-контактный	—	—
1017	Разъем 14-контактный	—	—
1545	Разъем одно-контактный	—	—
1546	"	—	—
1050	Зажим накала	—	—
1051	"	—	—

4. КОНСТРУКЦИЯ БЛОКА ИНДИКАТОРА

§ 14. Общее описание конструкции

Блок индикатора кругового обзора смонтирован на угловом шасси. На горизонтальной панели сверху установлена электроннолучевая трубка, экран которой находится на уровне передней панели. В центре горизонтального шасси установлен блок БСМ-01, на котором укреплена отклоняющая система трубки. По сторонам от отклоняющей системы расположены лампы и блокинг-трансформатор.

Под горизонтальной панелью установлены монтажные детали и размещен монтаж схемы.

Органы регулировки индикатора выведены под шлиц и размещены в специальной нише, расположенной на передней панели. Ниша освещается с боков двумя миниатюрными лампочками и закрывается крышкой.

Катушка смещения центра устанавливается оператором в определенном положении; этим выбирается сектор наблюдения в режиме секторного обзора. Ручка вращения этой катушки выведена на переднюю панель и связана с системой смещения центра посредством шарнирного сочленения.

Потенциометры, оси которых выведены на переднюю панель, закреплены на специальных стойках, размещенных под горизонтальным шасси. На передней панели электроннолучевая трубка закрепляется следующим образом: колба трубки зажимается резиновым кольцом, которое своими плоскими краями, посредством стального обрамляющего кольца, прикрепляется к передней панели. Горловина трубки закрепляется специальными зажимами, расположенными за фокусирующей катушкой.

Для предохранения от случайных ударов колба трубки помещается в алюминиевый кожух.

Перед экраном трубки располагается рама, проем которой закрыт оранжевым плексигласом толщиной 3--5 мм, предохраняющим оператора от осколков в случае взрыва колбы и служащим одновременно графической шкалой и светофильтром.

Блок ПО-02 соединяется с блоками БП-01, УС-02, размещенными с ним в одном шкафу, и с блоками, размещенными в других шкафах (ВО-01 и НО-02), через разъемы, расположенные на задней стенке шасси.

Всего в индикаторе 12 высокочастотных разъемов, служащих для передачи импульсов запуска (разъемы 1013, 1014), отметок дальности (разъемы 1007, 1008), отметок азимута (разъемы 1011, 1012), отраженных сигналов вертикального канала (разъемы 1005, 1006), отраженных сигналов наклонного канала (разъемы 1545, 1546), сигналов опознавания (разъемы 1009, 1010).

Напряжения с блока питания подаются на индикатор через разъем 1014. Напряжения синхронно-следящей системы от блока ФД-01 либо от блока ИВ-03 поступают на разъем 1016. Индикатор с сервоусилителем связан через разъем 1015.

Напряжение накала, питающее большинство ламп блока, подается со специальных зажимов. Высокое напряжение на анод электроннолучевой трубки подается через высоковольтный разъем 1014. На задней стенке шасси расположены контакт блокировки и скобы для крепления кабелей.

Общий вид блока индикатора кругового обзора показан на рис. 18, 19 и 20.

§ 15. Графическая шкала

Графическая шкала индикатора кругового обзора конструктивно выполнена в виде литой силуминовой рамы. На этой раме на расстоянии 2 мм от экрана трубки укреплен выпуклый подвижный диск из плексигласа, на котором выгравирована визирная линия с масштабными отметками дальности для шкалы 200 км.

Цель визируется вращением диска ручкой, расположенной в раме угла рамы.

С лицевой стороны на подвижный диск накладывается обрамляющее кольцо, крепящееся к раме четырьмя болтами. На кольце, у края диска, выгравирована шкала с угловыми делениями через 1° от 0 до 360°.

Графическая шкала индикатора кругового обзора показана на рис. 21.

В режиме кругового обзора при отсчете координат цели подвижный диск поворачивается так, чтобы визирная линия проходила через центр изображения цели. Азимут цели считывается по азимутальной шкале, нанесенной на неподвижное кольцо. Наклонная дальность считывается по кольцам электрической масштабной сетки, которая при пользовании графической шкалой дальности совмещается с отметками на визирной линии шкалы дальности.

При работе в режиме секторного обзора визирная линия не используется.

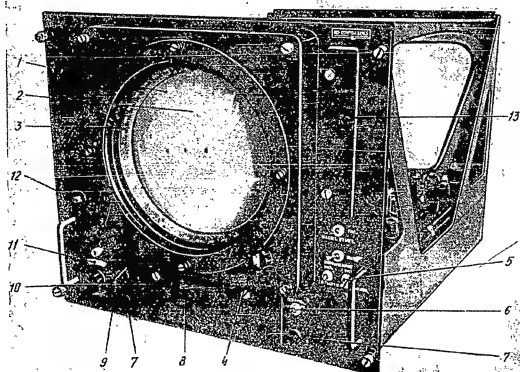


Рис. 18. Общий вид блока индикатора кругового обзора (вид спереди): 1 — экран электроннолучевой трубки; 2 — визирная линия; 3 — азимутальная шкала; 4 — ручка вращения шкалы (визирной линии); 5 — выключатель отраженных сигналов выделенного канала; 6 — выключатель освещения шкалы; 7 — патрон и лампочка освещения шкалы; 8 — дверца шкалы; 9 — переключатель масштаба дальности; 10 — ручка установки дальности; 11 — планка установки дальности; 12 — ручка установки сектора обзора; 13 — дверца контрольных гнезд.

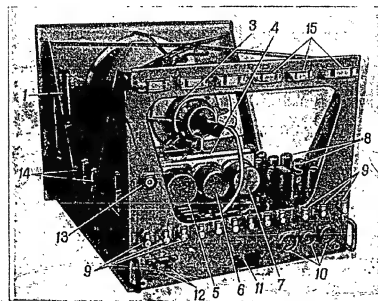


Рис. 19. Общий вид блока индикатора кругового обзора (вид сзади): 1 — колодка с контрольными гнездами; 2 — конус электроннолучевой трубки; 3 — отклоняющая система; 4 — блок сервомотора БСМ-5; 5 — двигатель СЛ-502; 6 — ось точного слежения; 7 — ось грубого слежения; 8 — лампы схемы развертки дальности; 9 — разъемы высокочастотных кабелей; 10 — разъемы силовых кабелей; 11 — контакт бай-кировки; 12 — зажимы цепи накала «а»; 13 — разъем высокочастотного кабеля; 14 — лампы схем смещения и усиления масштабных отметок, отраженных сигналов и сигналов опознавания; 15 — разъемы силовых кабелей.

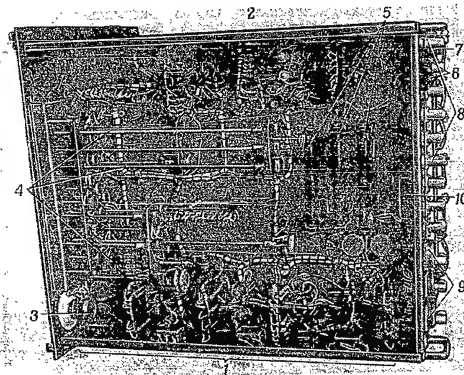


Рис. 20. Общий вид блока индикатора кругового обзора (вид со стороны монтажа): 1 — детали и лампы схем развертки дальности; 2 — детали и лампы схем смещения и усиления масштабных отметок, отраженных сигналов и сигналов опознавания; 3 — потенциометры задержки дальности; 4 — ось потенциометров, выведенные на переднюю панель; 5 — гасящие сопротивления в цепи якоря двигателя СЛ-502; 6 — зажимы цепи накала «а»; 7 — разъем высокочастотного кабеля; 8 — разъемы высокочастотных кабелей; 9 — разъемы силовых кабелей; 10 — контакт блокировки.

5. ОПИСАНИЕ ИНДИКАТОРА КРУГОВОГО ОБЗОРА ПО-03

Выносной индикатор кругового обзора предназначен для совместной работы с командным пунктом типа «Ясень». Во время боевой работы он переносится на командный пункт, располагающийся на расстоянии, не превышающем 300 м от станции.

Индикатор ПО-03 по тактико-техническим данным соответствует индикатору ПО-02. Принципиальные схемы обоих индикаторов отличаются незначительно. Отличие заключается в том, что в схему смещения центра развертки в индикаторе ПО-03 последовательно с основным сопротивлением 283, задающим потенциал на сетку лампы 26 смещения центра развертки, включен потенциометр 479, сопротивление которого значительно меньше сопротивления потенциометра 283 (рис. 22). Благодаря этому появилась возможность плавно регулировать смещение центра развертки.

Конструктивные отличия индикатора ПО-03 от ПО-02 продиктованы требованиями совместной работы индикатора с командным пунктом типа «Ясень» и сводятся к следующему:

1. Для уменьшения параллакса при определении координат целей защитное стекло в индикаторе ПО-03 максимально приближено к экрану трубки.

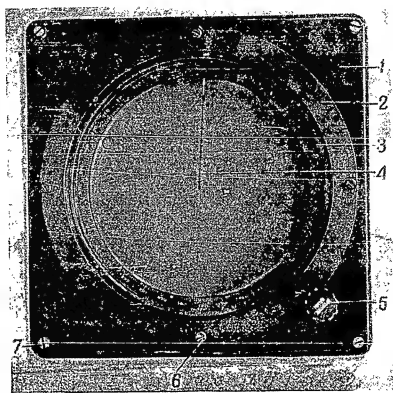


Рис. 21. Графическая шкала индикатора кругового обзора:
1 — рама; 2 — обрамляющее кольцо; 3 — азимутальная шкала; 4 — визуальная линия; 5 — ручка вращения шкалы (визуальной линии); 6 — винт крепления обрамляющего кольца; 7 — винт крепления рамы.

2. Для точного совмещения начала развертки с картой введена дополнительная ручка регулировки точного смещения центра развертки — СМЕЩЕНИЕ ЦЕНТРА ТОЧНО.

3. Для более удобной подгонки ось потенциометра регулировки тока развертки выведена к ручке ТОК РАЗВЕРТКИ.

4. Для смещения в пределах 360° линии севера (нулевой азимутальной отметки) введена дополнительная ручка УСТАНОВКА СЕВЕРА. Эта ручка связана со шкалой, позволяющей точно устанавливать линию севера.

Установка линии севера в произвольном положении осуществляется с помощью дифференциала, включенного между выходным зубчатым колесом блока БСМ-01 и паразитным зубчатым колесом, связанным с подшипником отклоняющей системы, на котором закреплена отклоняющая катушка. Дифференциал позволяет вручную поворачивать отклоняющую катушку относительно выходной оси блока сервомотора и таким образом перемещать линию севера.

Рис. 22. Принципиальная схема смещения центра развертки в индикаторе ПО-03.

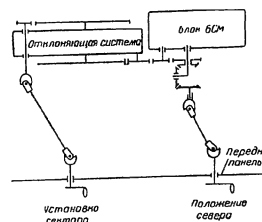


Рис. 23. Кинематическая схема отклоняющей системы.

Кинематическая схема отклоняющей системы приведена на рис. 23.
Общий вид блока индикатора кругового обзора ПО-03 показан на рис. 24.

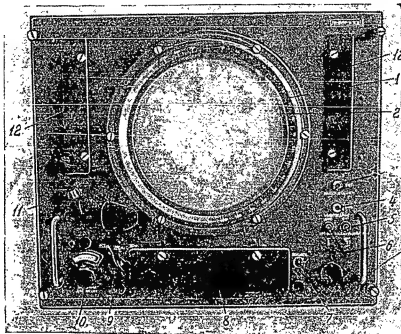


Рис. 24. Общий вид блока индикатора кругового обзора ПО-03 (вид спереди):

1 — азимутальная шкала; 2 — экран электроннолучевой трубки; 3 — выключатель масштабных отметок; 4 — выключатель сигналов опознавания; 5 — выключатель отраженных сигналов наклонного канала; 6 — выключатель отраженных сигналов вертикального канала; 7 — выключатель освещения нити; 8 — дверца нити; 9 — переключатель масштаба дальности; 10 — ручка установки задержки дальности; 11 — ручка установки сектора; 12 — дверца контрольных гнезд.

Ручки ВЫБОР СЕКТОРА, УСТАНОВКА СЕВЕРА, СМЕЩЕНИЕ ЦЕНТРА ТОЧНО имеют фиксаторы для исключения случайных расстройек прибора при работе.

ГЛАВА II

ИНДИКАТОР ДАЛЬНОСТИ И АЗИМУТА ВО-01

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНДИКАТОРЕ

§ 16. Назначение

Индикатор дальности и азимута предназначен для работы в системе радиолокационной станции П-20. На его экране воспроизводится план расположения целей в произвольно выбранном, но фиксированном по дальности и по азимуту секторе действия радиолокатора (рис. 25).

Индикатор дальности и азимута служит для получения уточненных данных об азимуте и наклонной дальности цели.

Более точное считывание этих координат возможно благодаря более крупному масштабу развертки на экране трубки по сравнению с масштабами разверток других индикаторов.

На экране индикатора дальности и азимута рассматривается сектор в 60° по азимуту и 50 или 100 км по дальности.

§ 17. Технические данные

1. Индикация цели осуществляется яркостной отметкой сигнала на экране электроннолучевой трубки.

2. Развертка — горизонтальная (дальность) и вертикальная (азимут).

3. Режим работы блока — обзор в произвольно выбранном секторе, шириной 60° по азимуту.

4. Масштабы дальности — 50 и 100 км.

5. Задержка начала развертки может плавно изменяться от 10 до 350 км.

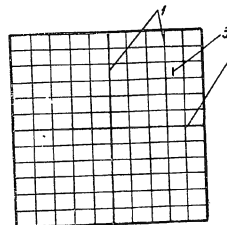


Рис. 25. Изображение на экране индикатора дальности и азимута (масштаб 100 км):

1 — масштабные отметки дальности; 2 — масштабные отметки азимута; 3 — отраженный сигнал.

6. Координаты цели определяются по положению отметки отраженного сигнала относительно сетки электрических масштабных отметок дальности и азимута.

7. Возможно одновременное или раздельное наблюдение на экране трубки отметок отраженных сигналов, поступающих с вертикального и наклонного каналов, а также сигналов, поступающих с выхода приемника опознавания.

§ 18. Составные части

Индикатор дальности и азимута оформлен в виде шкафа, в отсеки которого вставляются следующие блоки:

- блок индикатора дальности и азимута ВО-01;
- блок питания индикатора БП-01;
- телефонная панель ТП-02.

Общий вид шкафа индикатора дальности и азимута показан на рис. 26.

Описание блока питания БП-01 приведено в ч. III Технического описания.

2. ОПИСАНИЕ ИНДИКАТОРА

§ 19. Работа индикатора

Индикатор дальности и азимута является осциллографическим индикатором с горизонтальной и вертикальной развертками и яркой отметкой сигнала. Основным его элементом является электроннолучевая трубка. Выбранный для наблюдения сектор обзора воспроизводится на экране этой трубки (рис. 25).

Горизонтальная развертка пропорциональна шкале дальности. Эта развертка начинается одновременно с поступлением в блок ВО-01 импульса запуска от манипулятора и поэтому положение каждой точки линии развертки на экране соответствует определенной дальности. Вертикальная развертка пропорциональна шкале азимута. Цепи этой развертки питаются напряжением системы синхронно-следящей передачи угла поворота антенны.

Напряжения развертки по дальности и по азимуту воздействуют на отклоняющую систему электроннолучевой трубки.

Напряжения отраженных сигналов, масштабных отметок дальности, азимута и сигналов опознавания воздействуют на управляющий электрод и катод электроннолучевой трубки точно так же, как и в индикаторе кругового обзора (гл. I, § 4).

Отраженные сигналы и сигналы опознавания создают на экране изображения в виде вертикальных черточек, масштабные отметки дальности — в виде ряда вертикальных линий, соответствующих фиксированным дальностям, масштабные отметки азимута — в виде ряда горизонтальных линий, соответствующих фиксированным углам поворота антенной системы.

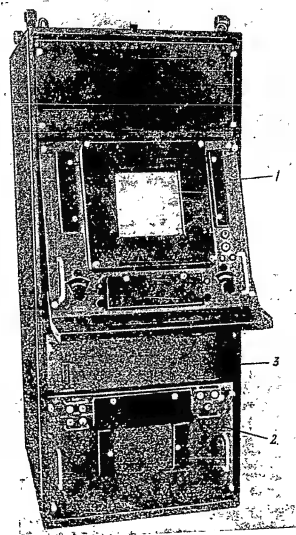


Рис. 26. Общий вид шкафа индикатора дальности и азимута ВО-01:
1 — блок ВО-01; 2 — блок БП-01; 3 — телефонная панель ТП-02.

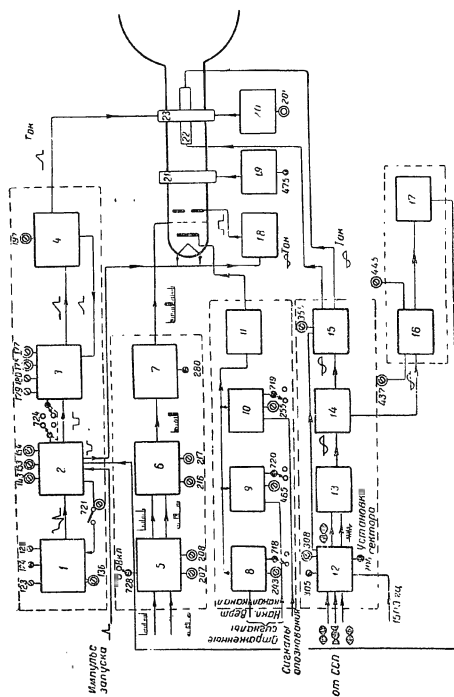


Рис. 28. Полная схематическая схема индикатора дальности и азимута:
1 — схема запуска; 2 — схема запуска и расширения; 3 — схема генератора пилообразного напряжения; 4 — схема усилителя тока с обратной связью; 5 — выходные цепи смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута; 6 — выходные цепи смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута; 7 — выходные цепи смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута; 8 — выходные цепи смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута; 9 — выходные цепи смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута; 10 — выходные цепи смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута; 11 — выходные цепи смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута; 12 — генератор пилообразного напряжения; 13 — усилитель сигнала; 14 — усилитель сигнала; 15 — усилитель сигнала; 16 — усилитель сигнала; 17 — лампа; 18 — схема преобразования синусоидального сигнала в импульсы; 19 — схема управления движущейся точкой; 20 — схема управления движущейся точкой.

При выключении задержки импульс запуска поступает на основную лампу схемы задержки, вырабатывающую задержанные импульсы. Эти импульсы запускают ждущий блокинг-генератор, формирующий импульс запуска, задержанный на заданное время. Импульс блокинг-генератора поступает на схему расширения.

Режим работы лампы ждущего блокинг-генератора устанавливается потенциометром 136 ОТСЕЧКА ЗАПУСКА ЗАДЕРЖКИ.

Переключателем 721 можно выключить схему задержки, тогда импульс запуска будет подаваться через лампу запуска непосредственно на схему расширения и развертка дальности будет начинаться одновременно с приходом импульса запуска от манипулятора (без задержки).

Амплитуда импульса запуска регулируется потенциометром 143 ОТСЕЧКА ЗАПУСКА. Схема расширения служит для преобразования короткого запускающего импульса в П-образный импульс длительностью, соответствующей заданной масштабной дальности. Длительность импульса цепи расширения определяет длительность развертки дальности. Эта длительность устанавливается переключением сопротивления с помощью переключателя 724. На шкале 50 км длительность регулируется потенциометром 163, ось которого выведена под шлиц, а на шкале 100 км — потенциометром 154.

Расширенный П-образный импульс подается на генератор пилообразного напряжения цепи развертки дальности.

Генератор пилообразного напряжения развертки дальности вырабатывает напряжение пилообразной формы. Длительность нарастания пилообразного напряжения определяется длительностью отрицательного импульса схемы расширения. Амплитуда пилообразного напряжения регулируется отдельно для каждой из масштабных шкал дальности потенциометрами 175, 177, оси которых выведены под шлиц. Потенциометрами 179 и 180, оси которых выведены на горизонтальную панель, корректируют развертку дальности, добиваясь линейности в начале развертки.

При переходе с одной масштабной шкалы на другую одновременно с переключением элементов схемы расширения переключаются и элементы схемы генератора пилообразного напряжения.

При этом различная скорость нарастания пилообразного напряжения соответствует разным шкалам дальности.

Усилитель тока с обратной связью. Напряжение с выхода генератора развертки дальности 3 подается на усилитель тока с обратной связью 4. Кроме того, на этот же усилитель подается пилообразное напряжение с выходных каскадов схемы. Под воздействием входного пилообразного напряжения выходными каскадами этой схемы вырабатывается линейный пилообразный ток, питающий катушки горизонтального отклонения луча. Амплитуда тока развертки регулируется потенциометром 197, ось которого выведена под шлиц.

Схема смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута 5, 6 и 7 и схема усиления отраженных сигналов 8, 9, 10 и

11 совершенно одинаковы с одноименными цепями в индикаторе кругового обзора (§ 6).

Цепь развертки азимута. Отклонение электронного луча по вертикали в соответствии с вращением антенны происходит под действием магнитного поля катушек вертикального отклонения. В цепи развертки азимута вырабатывается ток, изменяющийся синхронно с вращением антенны. Этот ток создает магнитное поле отклоняющих катушек, смещающее развертку по вертикали.

В цепь развертки азимута входят: входная цепь развертки азимута 12, схема управляемого выпрямителя 13, катодный повторитель обгибающей 14 и выходной каскад цепи развертки азимута 15.

Входные цепи развертки азимута. Основным элементом входной цепи развертки азимута служит сельсин-трансформатор. По трехпроводной линии напряжение с роторной обмотки сельсин-датчика развертки с блока ХА-01 (см. Техническое описание, ч. III) передается на трехфазную обмотку статора принимающего сельсин-трансформатора, включенного на входе схемы развертки азимута. Амплитуда напряжения на роторной обмотке сельсин-трансформатора зависит от взаимного расположения роторов сельсин-датчика и сельсин-трансформатора. При вращении ротора сельсин-датчика эта амплитуда изменяется по синусоидальному закону. Поскольку ротор сельсин-датчика вращается с частотой вращения антенны, то и амплитуда напряжения на роторе сельсин-трансформатора будет изменяться с той же частотой. Начальное положение ротора сельсин-трансформатора относительно его статорных обмоток определяет момент нулевого значения амплитуды выходного напряжения.

Для выбора сектора ось ротора сельсин-трансформатора имеет ручку **УСТАНОВКА СЕКТОРА**. Частота питающего напряжения схемы развертки азимута 1500 гц. Амплитуда этого напряжения, а следовательно, и масштаб вертикальной развертки регулируются потенциометром 305. Величина постоянной составляющей напряжения (напряжение смещения) в схеме развертки азимута устанавливается ручкой потенциометра 308. Входные катодные повторители повторяют напряжение, снимаемое с ротора сельсин-трансформатора и вспомогательное напряжение частоты 1500 гц, поступающее с блока ЖА-50.

Схема управляемого выпрямителя (резольвера). Напряжение с выхода катодного повторителя подается на схему управляемого выпрямителя. Эта схема преобразует входное напряжение, снимаемое с ротора сельсин-трансформатора, так, что на выходе схемы действует синусоидальное напряжение, повторяющее обгибающую амплитуду входного напряжения. Выходное напряжение схемы управляемого выпрямителя после повторения катодным повторителем 14 одновременно подается на выходные каскады развертки азимута 15 и на схему преобразования синусоидального напряжения 16.

Выходной каскад цепи развертки азимута. Эта схема преобразует напряжение обгибающей амплитуды входного напряжения в ток, изменяющийся по тому же закону. Этим током питаются катушки

вертикального отклонения 22. Потенциометром 355 развертку можно передвигать в вертикальном направлении.

Для получения развертки азимута в индикаторе ВО-01 используется не все синусоидальное напряжение, поступающее с выхода управляемого выпрямителя, а только его наиболее прямолинейный участок в пределах $\pm 30^\circ$ от нулевого значения напряжения (рис. 32).

На время действия остальной части синусоидального напряжения цепь развертки запирается импульсами специальной схемы записывания.

Выбор приблизительно прямолинейного участка синусоидального напряжения определяет сектор обзора на экране индикатора. Выбирают этот сектор установкой ротора входного сельсин-трансформатора.

Схема записывания (бланкирования) развертки по азимуту. С помощью схемы бланкирования развертки по азимуту производится выключение (запирание) трубки на время нерабочей части развертки азимута. Как было сказано выше, на экране трубки рассматривается сектор в 60° , вне этого сектора развертки на экране трубки быть не должно. В схему записывания входят: цепь преобразования синусоидального напряжения 16 и генератор управляющих импульсов 17 (цепь формирования отрицательных прямоугольных импульсов). Цепь преобразования синусоидального напряжения на определенном уровне этого напряжения лампы отпираются и на выходе их образуются положительные прямоугольные импульсы. Уровни отпирания этих ламп сдвинуты и раздельно регулируются потенциометрами 437 и 445, оси которых выведены под шлиц. Первый импульс определяет начало рабочего сектора, а второй — конец его. Прямоугольные импульсы после дифференцирования поступают на лампы генератора управляющих импульсов (триггера), в которой вырабатываются отрицательные прямоугольные импульсы, поступающие на сетки лампы запуска схемы, запирая ее на время этого импульса. Таким образом, эта схема управляет схемой развертки дальности, запирая ее на время длительности отрицательного импульса вне рабочего 60-градусного сектора.

Цепь управления рабочим режимом трубки. В цепь управления рабочим режимом трубки входят: схема засвета 18 и схема управления фокусировкой 19.

Схема засвета во время прямого хода луча воздействует на ускоряющий электрод трубки так же, как и в индикаторе ПО-02 (§ 6), заставляя последнюю отпираться на время действия импульса схемы расширения. Под воздействием этого напряжения трубка будет отпираться по ускоряющему электроду на время длительности разверток дальности и азимута.

Схема управления фокусировкой выполнена так же, как и в индикаторе кругового обзора (§ 6).

Фокусировка электронного луча трубки регулируется потенциометром 475.

Каскад горизонтального сдвига развертки 20 обеспечивает сдвиг начала горизонтальной развертки на левый край. Это позволяет растягивать масштаб развертки на весь экран трубки. Величина сдвига регулируется потенциометром 201, ось которого выведена под шлиц.

3. ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ИНДИКАТОРА

§ 22. Схема развертки дальности

Схема развертки дальности вырабатывает линейно-изменяющийся во времени ток, которым питаются отклоняющие катушки индикатора. Электромагнитное поле, создаваемое этим током, смещает электронный луч трубки в горизонтальном направлении (слева направо).

Начало нарастания тока может быть задержано относительно него на определенное время.

Поэтому в каждый момент времени сила тока в отклоняющих катушках, а следовательно, и соответствующее ей положение следа электронного луча на экране трубки будет соответствовать фиксированной дальности.

В схему развертки дальности индикатора ВО-01 (рис. 29) входят те же элементы, что и в схему развертки дальности индикатора ВО-02, но в первую внесены следующие изменения:

ПО-02, но в первую внесены следующие изменения:

1. Задержка начала развертки при работе на масштабных шкалах 50 и 100 км одинаковы.

2. При расширении импульса изменены пределы его рас-

2. В схеме расширения импульса изменены пределы его расширения. Для масштаба развертки 50 км длительность расширенного импульса соответственно равна 335 мксек, для масштаба развертки 100 км — 667 мксек.

Из схемы расширения исключены корректирующие диоды (лампа 7 в индикаторе кругового обзора), так как в этом индикаторе нет необходимости восстановления схемы расширения в минимальное время (время восстановления превышает длительность развертки не менее чем в 3 раза).

3. В схеме разветтки изменены величины зарядных элементов конденсаторов 522, 523 и сопротивлений 174, 175, 176 и 177 в соответствии с требующимися масштабными шкалами. Выходным каскадом служит одна лампа 13 типа 6П3С, а не две в параллель, как в индикаторе кругового обзора.

Отклоняющими катушками индикатора дальности и азимута служат катушки с замкнутым магнитопроводом, подробно описанные в приложении в конце книги.

На общем магнитопроводе располагаются две пары катушек: первая пара для развертки дальности и горизонтального сдвига развертки и вторая — для развертки азимута и вертикального сдвига.

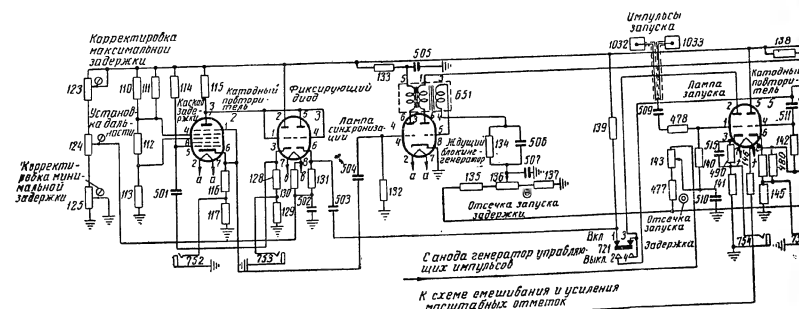
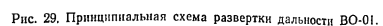


Рис. 29. Принципиальная схема развертки



§ 23. Схема смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута

Схема смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута совершенно одинакова с одноименной схемой в индикаторе кругового обзора (§ 8).

§ 24. Схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания

Схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания так же, как и предыдущая, совершенно одинакова с одноименной схемой в индикаторе кругового обзора (§ 9).

§ 25. Схема развертки азимута

Развертка азимута (вертикальная развертка) в индикаторе дальности и азимута вырабатывается специальной схемой, приведенной на рис. 30.

В схему развертки азимута входят:

- входные цепи развертки азимута;
- управляемый выпрямитель (резольвер);
- схема усилителя постоянного тока (выходные каскады развертки азимута).

К входным цепям развертки азимута относятся приемный сельсин-трансформатор 704 типа СС-405 и лампа 27 типа 6Н8С (катодный повторитель).

Напряжение с роторных обмоток сельсин-датчика развертки в блоке ХА-01 подается на статорные обмотки приемного сельсин-трансформатора 704. Напряжение с сельсин-трансформатора подается на делитель. Снимаемое с делителя напряжение регулируется потенциометром 305.

Это напряжение подводится к сетке левой половины лампы 27 и с ее катода подается на схему управляемого выпрямителя. На сетку правой половины лампы 27 через конденсатор 573 подается вспомогательное синусоидальное напряжение частоты 1500 гц от блока ЖА-50. Это напряжение повторяется на катоде повторителя и через специальный трансформатор 654 также поступает на схему управляемого выпрямителя.

Уровень постоянного напряжения (смещение управляемого выпрямителя) регулируется потенциометром 308 в пределах 70 ± 240 в.

Напряжение с движка потенциометра 308 подается на делитель, состоящий из сопротивлений 492 и 493 и служащий для развязки цепи смещения лампы управляемого выпрямителя от цепи, регулирующей вертикальный сдвиг развертки азимута (сопротивление 355). Сопротивлениями 492 и 493 это напряжение делится пополам так, что постоянное напряжение на сетке лампы 27 будет регулироваться в пределах 35 ± 120 в. Конденсатор 571 шунтирует цепь делителя напряжения на частоте 1500 гц.

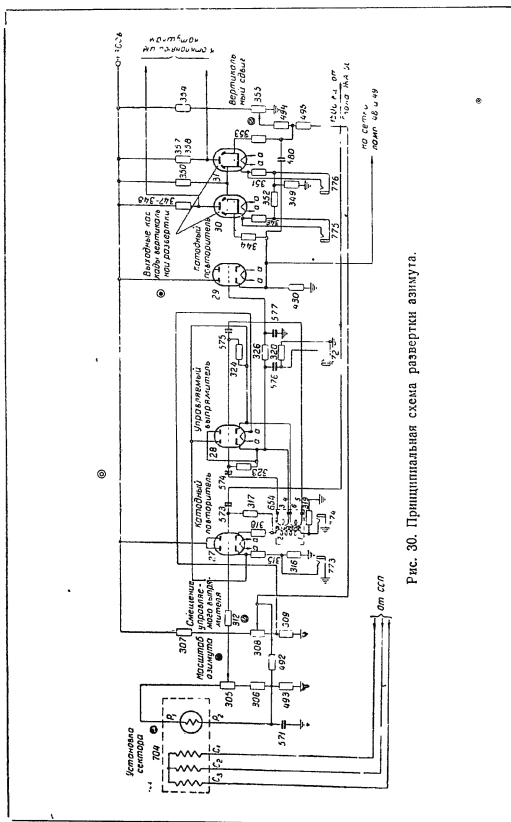


Рис. 30. Принципиальная схема развертки азимута.

Схема управляемого выпрямителя (резольвера) служит для выделения огибающей напряжения частоты 1500 гц, амплитуда которого изменяется по синусоидальному закону при вращении антенны. Это напряжение поступает с входных цепей схемы развертки азимута.

В схему управляемого выпрямителя входят лампы 28 и 29 типа 6H8C. Лампа 28 — выпрямитель, а лампа 29 — катодный повторитель. Напряжение с катода лампы 27 подается одновременно на анод левой половины лампы 28 и на катод ее правой половины. К сеткам лампы через трансформатор 654 подводится вспомогательное напряжение (1500 гц). В результате работы этой схемы подводимые напряжения преобразуются и на выходном конденсаторе 576 выделяется огибающая напряжения, поступающего с роторной обмотки сельсин-трансформатора 704.

Принцип действия схемы управляемого выпрямителя изложен в приложении в конце книги.

Постоянная времени сеточных цепей лампы 28 определяется емкостью конденсатора 574 (575) и величиной сопротивления 323 (324). Обе половины лампы управляемого выпрямителя благодаря сеточным токам запираются почти на всю длительность периода колебаний частоты 1500 гц. Лишь в пределах угла 25—35° обе половины лампы отпираются. Фильтр на выходе схемы (конденсатор 577, сопротивление 326) сглаживает пульсацию напряжения, снимаемого с конденсатора 576. Сопротивление 320 — контрольное и на работу схемы не влияет.

На подогреватель лампы подается положительный потенциал порядка 100 в с делителя, состоящего из сопротивлений 307, 308 и 309. Это необходимо для уменьшения разности потенциалов между катодом и подогревателем. Подогреватель этой лампы изолирован от корпуса и питается от отдельного источника напряжения накала. От этого же источника питается подогреватель лампы 29 катодного повторителя напряжения управляемого выпрямителя.

С фильтра напряжение поступает на катодный повторитель схемы (лампа 29) и, повторяясь на его катодной нагрузке, одновременно подается на сетки ламп 30 и 31 (6П3С) усилителя постоянного тока и на сетки ламп 48 и 49 схемы преобразования синусоидального напряжения.

Схема усилителя постоянного тока, собранного на лампах 30 и 31 типа 6П3С, преобразует напряжение огибающей входного напряжения в ток такой же формы. Этим током питаются обмотки отклоняющих катушек 22, магнитным полем которых смещается луч электроннолучевой трубки в вертикальном направлении.

Принцип работы такого усилителя постоянного тока изложен в приложении в конце книги.

Постоянный потенциал на сетках ламп 30 и 31 несколько выше потенциала корпуса. Этот потенциал регулируется изменением постоянного напряжения, подаваемого на вход левой половины лампы 27. Для того, чтобы с изменением этого потенциала пятно на

экране трубки не смешалось по вертикали, с потенциометра 308 положительное напряжение одновременно подается на лампы 30 и 31. На лампу 30 напряжение подается через делитель, состоящий из сопротивлений 492, 493, а на лампу 31 — через делитель, состоящий из сопротивлений 494 и 495. При изменении напряжения, снимаемого с потенциометра 308, одновременно изменяется и напряжение, поступающее на сетки ламп 30 и 31. Разность токов ламп 30 и 31 при этом почти не меняется.

Вертикальный сдвиг осуществляется изменением рабочей точки усилителя постоянного тока. Это достигается изменением напряжения на сетке лампы 31. Напряжение подается с потенциометра 355 через делитель, состоящий из сопротивлений 494 и 495.

Начальный уровень напряжения на сетках ламп 30 и 31 порядка +80 в. Напряжение на сетке лампы 31 может регулироваться потенциометром 355 в пределах от 0 до 200 в.

Конденсатор 580, связывающий сетки ламп 30 и 31, дополнительно уменьшает пульсацию колебаний частоты 1500 гц. Напряжение к экранирующим сеткам ламп 30 и 31 подводится через общее сопротивление 350 и равно 240 в.

Описание катушек отклоняющей системы приведено в приложении.

§ 26. Схема записи (бланкирования) развертки по азимуту

Схема записи развертки по азимуту (рис. 31) состоит:

- из двух одинаковых электронных реле уровня, образующих цепь преобразования синусоидального напряжения;
- дифференцирующей цепи;
- отсекающего дилда;
- симметричного генератора управляющих импульсов.

Управляется схема записи синусоидальным напряжением, вырабатываемым схемой развертки азимута.

По эюрам, изображенным на рис. 32, видно, что электронное реле, собранное на лампе 48 (6Н7С), отпирается, когда синусоидальное напряжение на сетке левой половины лампы достигает определенного уровня. При этом на аноде правой половины лампы 48 образуется положительный прямоугольный импульс. Этот импульс дифференцируется; после дифференцирования отрицательный импульс отсекается левым дилдом 50 (6Х6С), а положительный импульс поступает на сетку левой половины лампы генератора управляющих импульсов 51 (6Н7С), отпирая ее левую половину и запирая правую. Напряжение на аноде правой половины лампы 51 возрастает. Анод правой половины лампы 51 соединен с сеткой лампы запуска 5. При повышении напряжения на правом аноде лампы 51 лампа запуска отпирается. Таким образом, момент отпирающей лампы 48 определяет начало рабочего сектора. Электронное реле, собранное на лампе 49 (6Н7С), отпирается на более высоком уровне синусоидального напряжения, чем лампа 48, что обеспечивается подбором напряжения на сетке правой половины лампы 49.

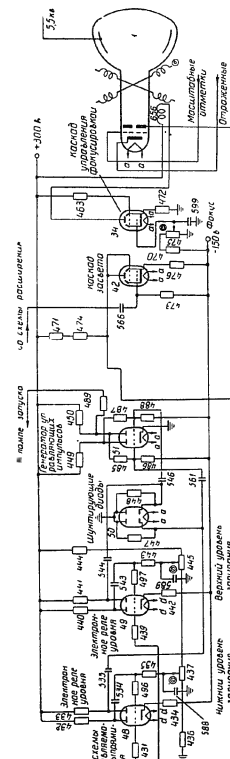
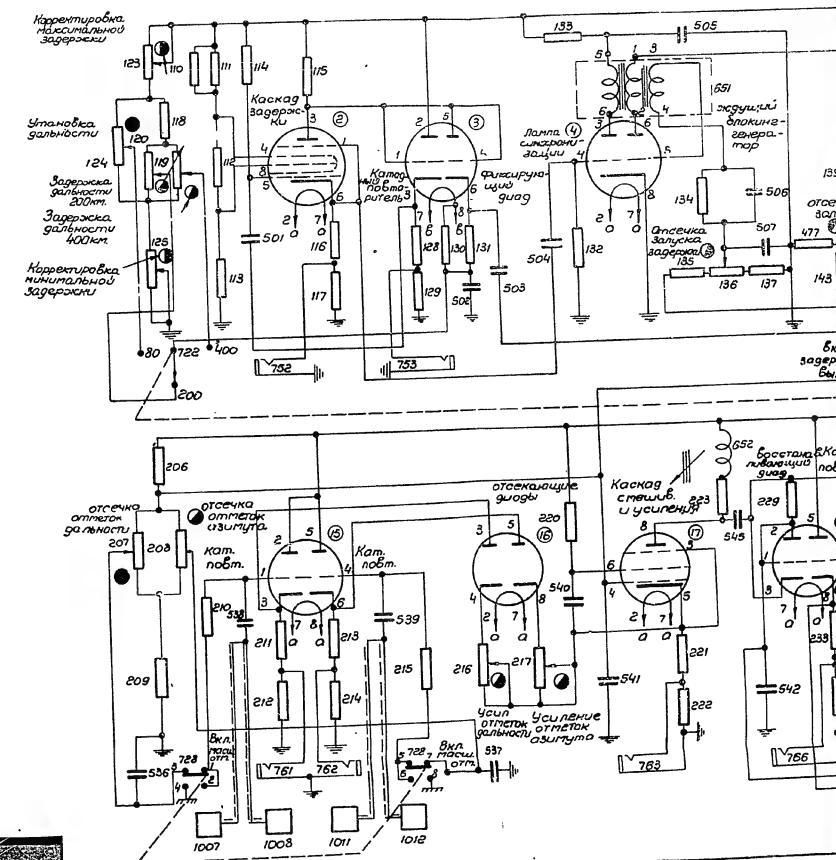


Рис. 31. Принципиальная схема записи развертки по азимуту и управления рабочим режимом трубки.

СПЕЦИФИКАЦИЯ
К ПОЛНОЙ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЕ БЛОКА ИНДИКАТОРА
АЗИМУТА И ДАЛЬНОСТИ ВО-01
(рис. 34)

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
1	Электроннолучевая трубка Лампа	31LM32	—
2	"	6A7	—
3	"	6H8C	—
4	"	6H7C	—
5	"	6H8C	—
6	"	6H7C	—
9	"	6H7C	—
10	"	6X6C	—
11	"	6H8C	—
12	"	6H8C	—
13	"	6П3С	—
14	"	6П3С	—
15	"	6H8C	—
16	"	6X6C	—
17	"	6Ж4	—
18	"	6H8C	—
19	"	6Ж4	—
20	"	6Ж4	—
21	"	6Ж4	—
25	"	6H8C	—
27	"	6H8C	—
28	"	6H8C	—
29	"	6H7C	—
30	"	6П3С	—
31	"	6П3С	—
34	"	6П3С	—
42	"	6П3С	—
48	"	6H7C	—
49	"	6H7C	—
50	"	6X6C	—
51	"	6H7C	—
81	Лампа миниатюрная	6,3 в; 0,28 а	—
82	"	6,3 в; 0,28 а	—
83	"	13,5 в; 0,18 а	—
84	"	13,5 в; 0,18 а	—
110	Сопротивление	BC-2,0	68 ком, 10%
111	"	BC-2,0	68 ком, 10%
112	"	BC-0,5	4,7 ком, 10%
113	"	BC-0,5	4,7 ком, 10%
114	"	BC-1,0	1 Мом, 10%
115	"	BC-1,0	1,2 Мом, 10%
116	"	BC-0,5	10 ком, 10%
117	"	BC-0,25	100 ом, 10%
123	"	Проволочное пере- менное, тип 1	10 ком, 4 вт
124	"	Проволочное пере- менное, тип 2	18 ком, 4 вт

68



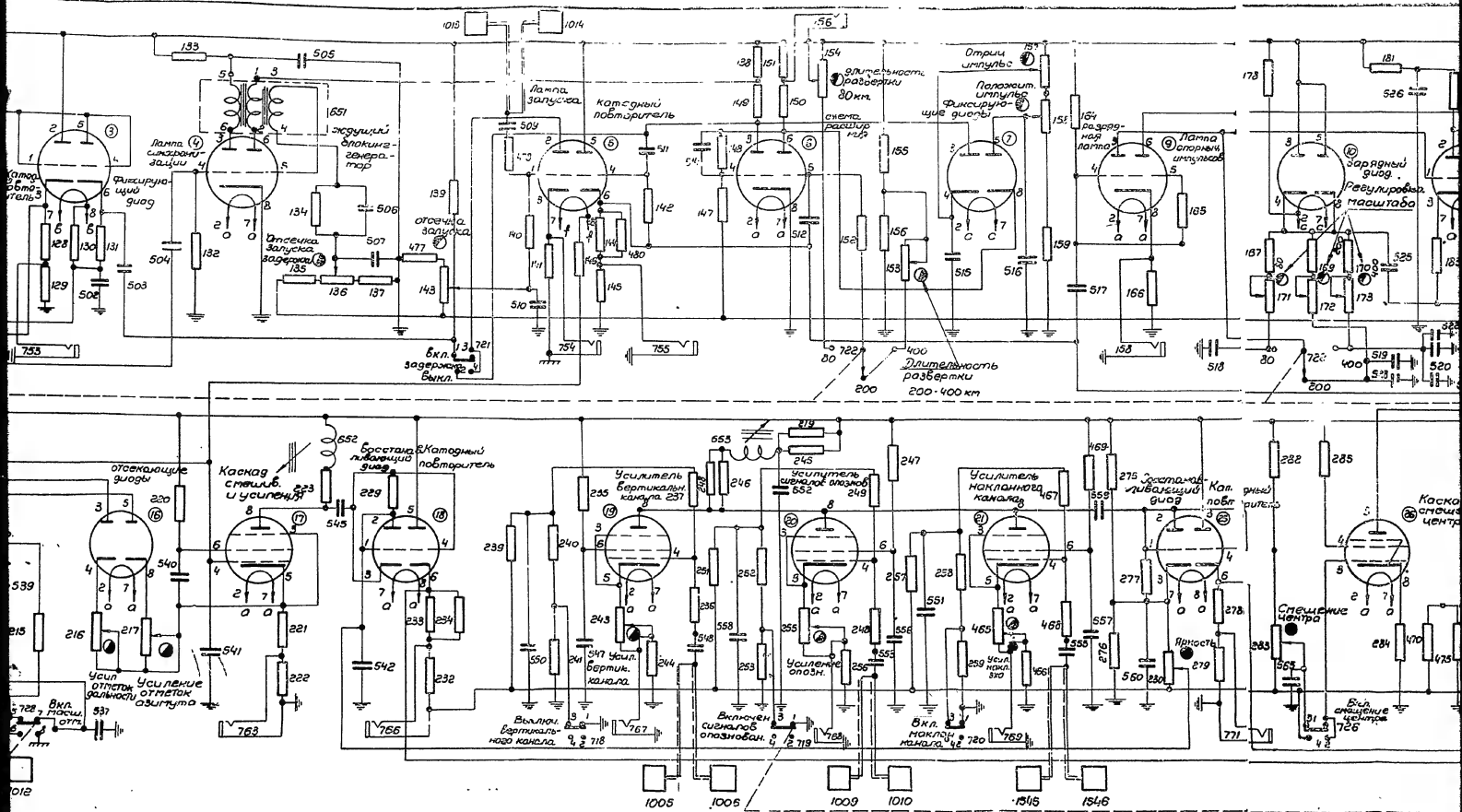
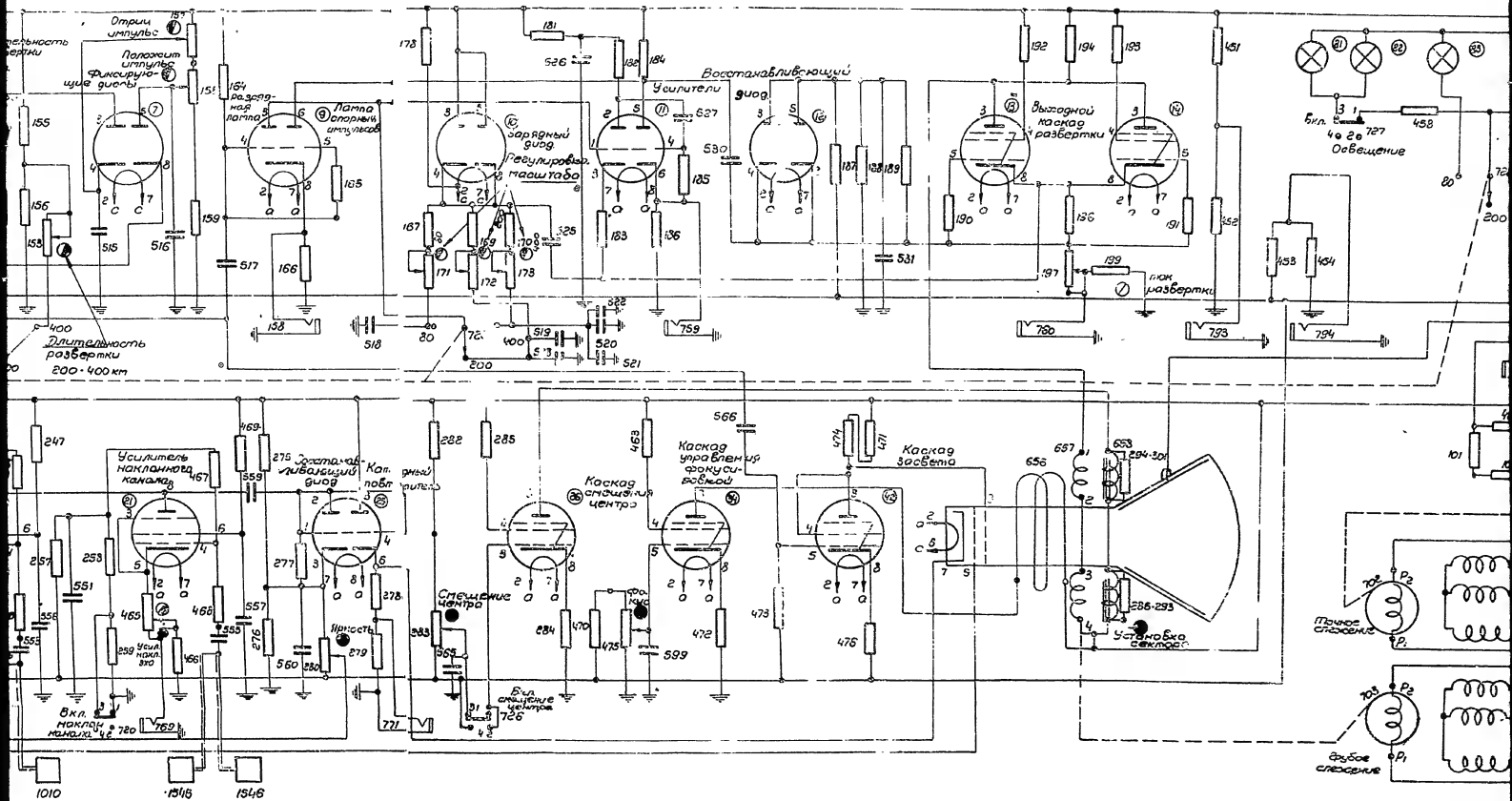
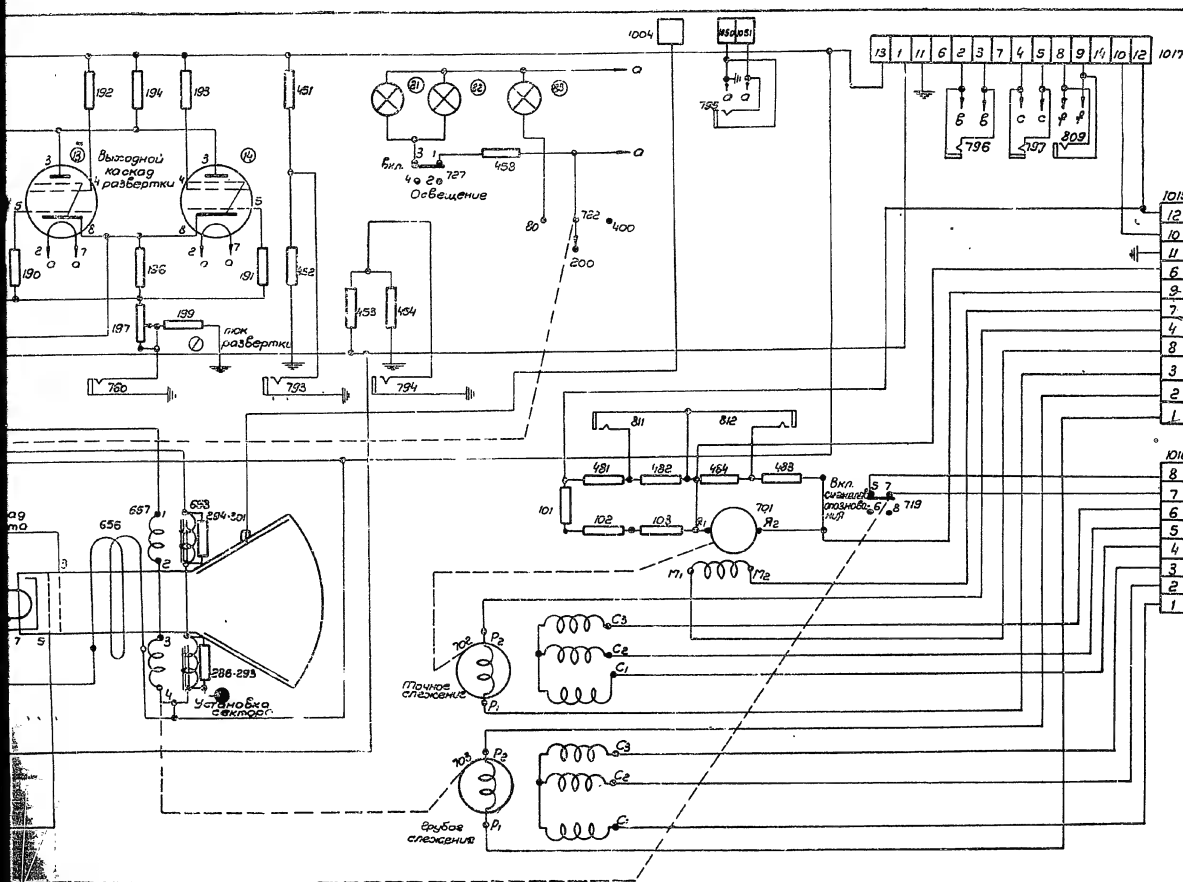


Рис. 34. Полная принципиальная схема блока индикатора дальности и азимута ИО-01.



34. Полная принципиальная схема блока индикатора дальности и азимута ВО-01.

СЕКРЕТНО
Вклейка № 4 к заказу №87с



Продолжение			
Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Т и п	Электрические данные
126	Сопротивление	Проволочное перемное, тип 1	10 ком, 4 ат
128	"	BC-2.0	47 ком, 10%
129	"	BC-0.25	100 ом, 10%
130	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
131	"	BC-0.5	10 ком, 10%
132	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
133	"	BC-2.0	47 ком, 10%
134	"	BC-0.5	27 ком, 10%
135	"	BC-0.5	0,22 Мом, 10%
136	"	СП-2-22-A	22 ком
137	"	BC-0.5	10 ком, 10%
138	"	BC-0.25	560 ом, 10%
139	"	BC-1.0	3,3 ком, 10%
140	"	BC-0.25	22 ком, 10%
141	"	BC-0.25	100 ом, 10%
142	"	BC-0.25	0,47 Мом, 10%
143	"	СП-2-220-A	220 ком
144	"	BC-2.0	47 ком, 10%
145	"	BC-0.25	100 ом, 10%
146	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
147	"	BC-1.0	0,33 Мом, 5%
148	"	BC-1.0	0,47 Мом, 5%
149	"	BC-2.0	22 ком, 10%
150	"	BC-2.0	22 ком, 10%
151	"	BC-0.25	100 ом, 10%
152	"	BC-0.5	0,47 Мом, 10%
153	"	СП-2-1000-A	1 Мом
154	"	СП-2-1000-A	1 Мом, 10%
164	"	BC-1.0	0,1 Мом, 10%
165	"	BC-0.25	56 ом, 10%
166	"	BC-0.25	1,2 Мом, 10%
174	"	BC-1.0	470 ком
175	"	СП-2-470-A	1,2 Мом, 10%
176	"	BC-1.0	0,47 Мом
177	"	СП-2-470-A	1 Мом, 10%
178	"	BC-0.25	47 ком
179	"	СП-2-47-A	22 ком
180	"	СП-2-22-A	10 ком, 10%
181	"	BC-0.5	33 ком, 10%
182	"	BC-1.0	2,7 ком, 10%
183	"	BC-0.5	47 ком, 10%
184	"	BC-2.0	1 Мом, 10%
185	"	BC-0.25	100 ом, 10%
186	"	BC-0.25	0,1 Мом, 10%
187	"	BC-0.25	0,12 Мом, 10%
188	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
189	"	BC-0.25	5,6 ком, 10%
190	"	BC-1.0	100 ом, 10%
192	"	BC-1.0	100 ом, 10%
193	"	BC-1.0	8,2 ком, 10%
194	"	BC-1.0	8,2 ком, 10%
495	"	BC-1.0	8,2 ком, 10%

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Т и п	Электрические данные
196	Сопротивление	ПЭ-1	100 ом
197		Проволочное перемное, тип 2	200 ом, 4 вт
199	"	СНП	5 ом, 10%
200	"	BC-0.5	0,1 Мом, 10%
201	"	СП-2-2-0-A	220 ком
203	"	ПЭ-11	2,5 ком
204	"	BC-1.0	8,2 ком, 10%
205	"	BC-1.0	8,2 ком, 10%
206	"	BC-1.0	56 ком, 10%
207	"	СП-2-22-A	22 ком
209	"	СП-2-22-A	22 ком
210	"	BC-0.5	15 ком, 10%
211	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
212	"	BC-1.0	15 ком, 10%
213	"	BC-0.25	150 ом, 10%
214	"	BC-1.0	15 ком, 10%
215	"	BC-0.25	150 ом, 10%
216	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
217	"	СП-2-10-A	10 ком
218	"	СП-2-4.7-A	4,7 ком
219	"	BC-2.0	8,2 ком, 10%
220	"	BC-2.0	10 ком, 10%
221	"	BC-0.5	33 ком, 10%
222	"	BC-2.0	10 ком, 10%
223	"	BC-0.25	56 ом, 10%
224	"	BC-2.0	4,7 ком, 10%
225	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
226	"	BC-0.25	56 ом, 10%
227	"	BC-2.0	33 ком, 10%
228	"	BC-1.0	68 ком, 10%
229	"	BC-0.25	470 ом, 10%
230	"	BC-0.25	0,47 Мом, 10%
231	"	BC-1.0	0,1 Мом, 10%
232	"	BC-0.5	1 ком, 10%
233	"	BC-0.5	47 ком, 10%
234	"	СП-2-1-A	1 ком
235	"	BC-0.25	56 ом, 10%
236	"	BC-2.0	10 ком, 10%
237	"	BC-2.0	8,2 ком, 10%
238	"	BC-1.0	68 ком, 10%
239	"	BC-0.25	470 ом, 10%
240	"	BC-0.25	0,47 Мом, 10%
241	"	BC-1.0	100 ком, 10%
242	"	BC-0.5	ком, 10%
243	"	BC-0.5	47 ком, 10%
244	"	СП-2-1-A	1 ком
245	"	BC-0.25	56 ом, 10%
246	"	BC-1.0	100 ком, 10%
247	"	BC-0.5	47 ком, 10%
248	"	BC-1.0	100 ком, 10%
249	"	BC-0.5	47 ком, 10%
250	"	BC-1.0	100 ком, 10%
251	"	BC-0.5	47 ком, 10%
252	"	BC-1.0	100 ком, 10%
253	"	BC-0.5	47 ком, 10%
254	"	BC-1.0	100 ком, 10%
255	"	BC-0.5	47 ком, 10%
256	"	BC-1.0	100 ком, 10%
257	"	BC-0.5	47 ком, 10%
258	"	BC-1.0	100 ком, 10%
259	"	BC-0.5	47 ком, 10%
275	"	BC-1.0	0,15 Мом, 10%

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Т и п	Электрические данные
276	Сопротивление	BC-1.0	39 ком, 10%
277		BC-0.25	0,22 Мом, 10%
278	"	BC-1.0	10 ком, 10%
279	"	BC-0.25	56 ом, 10%
280	"	СП-2-220-A	220 ком
305	"	СП-2-220-A	220 ком
306	"	BC-0.5	56 ом, 10%
307	"	BC-1.0	27 ком, 10%
308	"	СП-2-68-A	68 ком
309	"	BC-1.0	27 ком, 10%
312	"	BC-0.25	0,1 Мом, 10%
315	"	BC-1.0	15 ком, 10%
316	"	BC-0.25	100 ом, 10%
317	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
318	"	BC-1.0	22 ком, 10%
319	"	BC-0.25	150 ом, 10%
320	"	BC-0.25	220 ом, 10%
323	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
324	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
325	"	BC-0.25	0,47 Мом, 10%
344	"	BC-0.25	1 ком, 10%
346	"	СНП	10 ом, 10%
347	"	BC-1.0	8,2 ком, 10%
348	"	BC-1.0	8,2 ком, 10%
349	"	ПЭ-11	700 ом
350	"	BC-2.0	560 ом, 10%
351	"	СВП	10 ом, 10%
352	"	ПЭ-11	500 ом
353	"	BC-0.25	1 ком, 10%
354	"	BC-1.0	33 ком, 10%
355	"	BC-1.0	68 ком
357	"	BC-1.0	8,2 ком, 10%
358	"	BC-1.0	8,2 ком, 10%
359	"	BC-0.25	68 ком, 10%
430	"	BC-2.0	0,1 Мом, 10%
431	"	BC-2.0	27 ком, 10%
432	"	BC-2.0	27 ком, 10%
433	"	BC-2.0	68 ком, 10%
434	"	BC-0.25	2,2 Мом, 10%
435	"	BC-0.5	0,1 Мом, 10%
436	"	СП-2-220-A	220 ком
437	"	BC-0.25	0,1 Мом, 10%
438	"	BC-0.25	27 ком, 10%
439	"	BC-2.0	27 ком, 10%
440	"	BC-2.0	82 ком, 10%
441	"	BC-2.0	2,2 Мом, 10%
442	"	BC-0.25	0,18 Мом, 10%
443	"	BC-0.5	220 ком
444	"	СП-2-220-A	2,2 Мом, 10%
445	"	BC-0.25	2,2 Мом, 10%
447	"	BC-0.25	2,2 Мом, 10%
448	"	BC-2.0	27 ком, 5%
449	"	BC-2.0	27 ком, 5%
450	"	BC-2.0	0,1 Мом, 10%
451	"	BC-2.0	

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
452	Сопrotивление	BC-0.5	1 ком, 10%
453	"	BC-1.0	0,1 Мом, 10%
454	"	BC-0.5	1 ком, 10%
458	"	CHП	0,5 ом, 10%
463	"	BC-2.0	100 ком, 10%
465	"	СП-2-1-A	1 ком, 10%
465	"	BC-0.25	56 ом, 10%
467	"	BC-0.25	0,47 Мом, 10%
468	"	BC-0.25	470 ом, 10%
469	"	BC-1.0	68 ком, 10%
470	"	BC-0.5	100 ком, 10%
471	"	ПЭ-II	5 ком, 10%
472	"	BC-2.0	470 ом, 10%
473	"	BC-1.0	470 ком, 10%
474	"	ПЭ-II	5 ком, 10%
475	"	СП-2-47-A	47 ком
476	"	BC-0.5	150 ом, 10%
477	"	BC 0.5	120 ком, 10%
478	"	BC 0.25	4,7 ком, 10%
480	"	BC 2.0	47 ком, 10%
485	"	BC-0.5	330 ком, 5%
486	"	BC-0.5	240 ком, 5%
487	"	BC-0.5	330 ком, 5%
488	"	BC-0.5	240 ком, 5%
489	"	BC-0.5	560 ком, 10%
490	"	B - 0.5	18 ком, 10%
492	"	BC-0.5	0,22 Мом, 10%
493	"	BC - 0.5	1 Мом, 10%
494	"	BC 0.5	1 Мом, 10%
495	"	BC-0.5	1 Мом, 10%
496	"	BC-0.25	470 ком, 10%
497	"	BC-0.25	470 ком, 10%
501	Конденсатор	KCO-5-500-A-3900-II	3900 пф, 500 в
515	"	KCO-2-500-A-100-II	100 пф
502, 507	"	КБГ-МП-3В-400- $\frac{2 \times 0,1}{K}$ III	$3 \times 0,1$ мкф, 400 в
503	"	КТК-1-500-47-II	47 пф, 500 в
504	"	KCO-5-250-A-10000-II	10000 пф, 250 в
505	"	KCO-5-500-A-6800-II	6800 пф, 500 в
506	"	KCO-2(3)-500-A-1000-II	1000 пф, 500 в
508	"	KCO-5-500-A-1800-II	1800 пф, 500 в
509	"	KCO-2-500-A-470-II	470 пф, 500 в
511	"	КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
514	"	КТК-1-500-10-I	10 пф, 500 в
517	"	КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф
522	"	KCO-7-1000-A-3300-II	3300 пф, 1000 в
523	"	KCO-8-500-A-6800-II	6800 пф, 500 в
525	"	КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
526	"	КБГ-МН-2В-400- $\frac{2}{K}$ III	2 мкф, 400 в
527	"	KCO-8-500-A-30000-II	30000 пф, 500 в
530	"	KCO-8-500-A-30000-II	30000 пф, 500 в

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
531, 571	Конденсатор	КБГ-МП-2В-600- $\frac{2 \times 0,5}{K}$ III	$2 \times 0,5$ мкф, 400 в
532, 599	"	КБГ-МП-2В-600- $\frac{2 \times 0,5}{K}$ III	$2 \times 0,5$ мкф, 400 в
534	"	КБГ-МП-2В-600- $\frac{0,5}{K}$ III	0,5 мкф, 400 в
535	"	KCO-5-500-A-6800-II	6800 пф, 500 в
536, 537, 541	"	КБГ-МП-3В-400- $\frac{3 \times 0,1}{K}$ III	$3 \times 0,1$ мкф, 400 в
538	"	KCO-5-250-A-10000-II	10000 пф, 250 в
539	"	KCO-5-250-A-10000-II	10000 пф, 250 в
540	"	KCO-8-500-A-30000-II	30000 пф, 500 в
542, 550, 558	"	КБГ-МП-3В-400- $\frac{3 \times 0,1}{K}$ III	$3 \times 0,1$ мкф, 400 в
543	"	КБГ-МП-2В-600- $\frac{0,5}{K}$ III	0,5 мкф, 400 в
544	"	KCO-5-500-A-6800-II	6800 пф, 500 в
545	"	КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
546	"	KCO-5-500-A-1800-II	1800 пф, 500 в
547, 552	"	КБГ-МП-2В-400- $\frac{2 \times 0,5}{K}$ III	$2 \times 0,5$ мкф, 400 в
548	"	КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
551, 560	"	КБГ-МП-2В-600- $\frac{2 \times 0,1}{K}$ III	$2 \times 0,1$ мкф, 400 в
553	"	КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
555	"	КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
556, 557	"	КБГ-МП-2В-600- $\frac{2 \times 0,5}{K}$ III	$2 \times 0,5$ мкф, 400 в
559	"	KCO-5-500-A-4700-II	4700 пф, 500 в
561	"	KCO-5-500-A-1800-II	1800 пф, 500 в
566	"	КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
573	"	КБГ-МП-2В-600- $\frac{0,5}{K}$ III	0,5 мкф, 400 в
574	"	КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
575	"	КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
576	"	KCO-5-250-A-10000-II	10000 пф, 250 в
577	"	KCO-5-250-A-10000-II	10000 пф, 250 в
580	"	KCO-5-250-A-10000-II	10000 пф, 250 в
588, 589	"	КБГ-МН-2В-200- $\frac{2 \times 1,0}{K}$ III	$2 \times 1,0$ мкф, 400 в
651	Блокинг-трансформатор	—	—
652	Катушка индуктивности	—	320 мкг
653	То же	—	400 мкг
654	Трансформатор управляемого выпрямителя	—	—
656	Катушка фокусирующая	—	—

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
659	Катушки отклоняющие (4 шт.)	—	—
704	Сельсин СС-405	—	—
718	Выключатель	—	—
719	Переключатель двухполюсный	—	—
720	Выключатель	—	—
721	Переключатель	—	—
724	Переключатель на 2 положения	—	—
727	Выключатель	—	—
728	Переключатель двухполюсный	—	—
752	Контрольное гнездо	—	—
753	•	—	—
754	•	—	—
755	•	—	—
756	•	—	—
758	•	—	—
759	•	—	—
760	•	—	—
761	•	—	—
762	•	—	—
763	•	—	—
766	•	—	—
767	•	—	—
768	•	—	—
769	•	—	—
771	•	—	—
772	•	—	—
773	•	—	—
774	•	—	—
775	•	—	—
776	•	—	—
783	•	—	—
794	•	—	—
795	•	—	—
796	•	—	—
797	•	—	—
798	•	—	—
809	•	—	—
1023	Разъем одноконтakтный	—	—
1024	•	—	—
1025	•	—	—
1026	•	—	—
1027	•	—	—
1028	•	—	—
1029	•	—	—
1030	•	—	—
1031	•	—	—
1032	•	—	—
1033	•	—	—

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
1034	Разъем 8-контakтный	—	—
1035	Разъем 14-контakтный	—	—
1545	Разъем одноконтakтный	—	—
1546	•	—	—

4. КОНСТРУКЦИЯ БЛОКА ИНДИКАТОРА

Блок индикатора дальности и азимута смонтирован на угловом шасси аналогично блоку индикатора кругового обзора. На горизонтальной панели сверху установлена электроннолучевая трубка, эк-

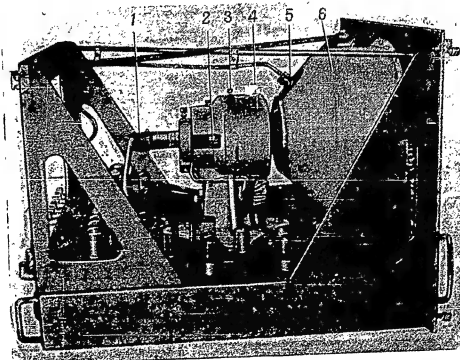


Рис. 35. Расположение трубки и отклоняющей системы на шасси блока:
1 — ламповая панель электроннолучевой трубки; 2 — фокусирующая катушка; 3 — винт для регулировки и закрепления отклоняющих катушек; 4 — отклоняющая система; 5 — колапачок высоковольтного анодного вывода электроннолучевой трубки; 6 — кожух электроннолучевой трубки.

ран которой находится на уровне передней панели. В центре горизонтальной панели закреплена отклоняющая система индикатора. По бокам шасси размещены лампы и трансформаторы.

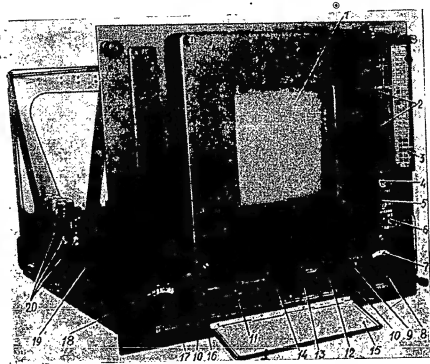


Рис. 36. Общий вид блока индикатора дальности и азимута (вид спереди):

1 — экран электроннолучевой трубки; 2 — контрольные гнезда; 3 — дверца контрольных гнезд; 4 — выключатель масштабных отметок; 5 — выключатель сигнала опознавания; 6 — выключатель отраженных сигналов пикающего канала; 7 — шкала установки сектора обзора; 8 — ручка установки сектора обзора; 9 — выключатель освещения ниши; 10 — патрон лампы освещения ниши; 11 — ниша; 12 — ручка регулировки масштаба азимута; 13 — ручка регулировки яркости; 14 — ручка регулировки фокуса; 15 — дверца ниши; 16 — переключатель масштаба дальности; 17 — ручка установки дальности; 18 — шкала установки дальности; 19 — шкала; 20 — лампы развертки дальности.

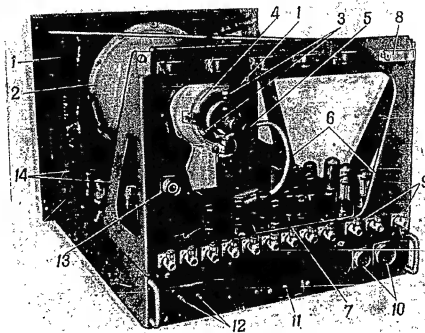


Рис. 37. Общий вид блока индикатора дальности и азимута (вид сзади):

1 — колодка с контрольными гнездами; 2 — резиновое кольцо для крепления электроннолучевой трубки; 3 — установочные винты; 4 — отключающая система; 5 — ламповая панель электроннолучевой трубки; 6 — лампы сечки развертки дальности; 7 — лампы сечки развертки азимута; 8 — скоба для закрепления кабелей; 9 — разъемы высокочастотных кабелей; 10 — разъемы силовых кабелей; 11 — контакт блокировки; 12 — зажимы цепи накала «а-сет»; 13 — разъем высоковольтного кабеля; 14 — лампы схем смешивания и усиления масштабных отметок и отраженных сигналов.

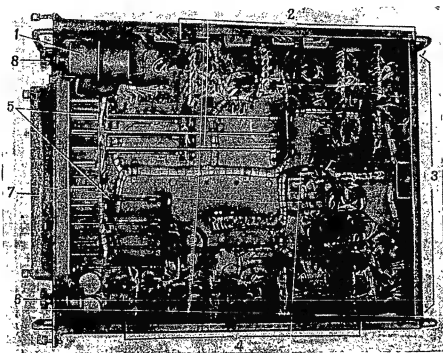


Рис. 38. Общий вид блока индикатора дальности и азимута (вид со стороны монтажа):

1 — селен-трансформатор; 2 — детали и лампы схем смешивания и усиления масштабируемых отсчетов и отраженных сигналов; 3 — детали и лампы схемы развертки азимута; 4 — детали и лампы схемы развертки дальности; 5 — оси потенциометров, выведенные на переднюю панель; 6 — ручка установки дальности; 7 — рама; 8 — ручка установки сектора обзора.

Детали и монтаж прибора размещены под горизонтальной панелью и на боковых стенках шасси.

Все органы регулировок, подобно блоку индикатора кругового обзора, расположены в нише.

Потенциометры, оси которых выведены на переднюю панель, и электроннолучевая трубка закреплены так же, как в индикаторе кругового обзора. Расположение трубки и отклоняющей системы на шасси показано на рис. 35.

Назначение рамы с оранжевым плексигласом, расположенной перед экраном трубки, такое же, как и в индикаторе кругового обзора.

Блок ВО-01 соединяется с блоком БП-01, находящимся с ним в одном шкафу, с блоками ПО-02 и НО-02, а также с распределительным щитом через разъемы, расположенные на задней стенке шасси. Всего в индикаторе 12 высокочастотных разъемов, служащих для передачи импульсов запуска (разъемы 1032, 1033), отсчетов дальности (разъемы 1026 и 1027), отсчетов азимута (разъемы 1030 и 1031), отраженных сигналов вертикального канала (разъемы 1024 и 1025), отраженных сигналов наклонного канала (разъемы 1545 и 1546) и сигналов опознавания (разъемы 1028 и 1029).

Напряжения с блока питания подаются на индикатор через разъем 1035. Напряжение с блока ХА-01 подается через разъем 1034. Высокое напряжение на анод электроннолучевой трубки подается через высоковольтный разъем 1023. Напряжение накала, питающее большинство ламп блока, подается со специальных зажимов 1048 и 1049. В одном ряду с силовыми разъемами расположен контакт блокировки.

Общий вид блока индикатора дальности и азимута показан на рис. 36, 37 и 38.

ГЛАВА III

ИНДИКАТОР ВЫСОТЫ ПО-02

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНДИКАТОРЕ

§ 30. Назначение

Индикатор высоты предназначен для работы в системе радиолокационной станции П-70 совместно с индикаторами ПО-02 и ВО-01. Он предназначен для измерения высоты обнаруженных радиолокатором воздушных целей. На экране индикатора высоты засвечиваются точки, соответствующие положению шкалы, помещенной перед экраном, позволяющие определить высоту цели.

§ 31. Технические данные

1. Измерения цели осуществляются яркостной отметкой сигнала на фоне эскадрильи лучевой трубки.

2. Рабочая горизонтальная (дальность) и вертикальная (высота) шкалы антенны.

3. Максимальная дальность 400 км.

4. Определенная высота методом вертикальной и наклонной антенн. Высота цели на экране трубки определяется визуально по яркостной отметке отраженных сигналов смешанного вертикального и наклонного направлений каталов относительно линий равных высот нанесенных на графическую шкалу, помещенную перед экраном индикатора лучевой трубки.

5. В броне ПО-02 предусмотрено автоматическое засвечивание в нижней части экрана отраженных сигналов, поступающих по смешанному вертикальному и наклонному направлениям — отраженным сигналам. Поступающих по смешанному наклонному направлению. Это дает возможность оператору наблюдать на экране отраженные сигналы обоим каталам.

§ 32. Метод определения высоты

При определении высоты цели оператор должен использовать яркостную отметку наклонного луча. Об этом оператор должен знать и за-

помнить, что при определении высоты цели оператор должен использовать яркостную отметку наклонного луча.

Диаграммы направлены на измерение высоты цели в вертикальной плоскости и выведены в формулу.

Плоскость излучения антенны вертикальной антенны относительно к горизонту на 15° и радиусом 15°.

Плоскость излучения антенны наклонной антенны относительно к горизонту на 15° и радиусом 15°.

Такая система расположения антенн позволяет измерять высоту цели через угол наклона луча.

Средняя между углами наклона луча и углом наклона луча.

Формула для определения высоты цели.

$$H = R \cdot \sin \alpha \cdot \sin \beta$$

где R — радиус излучения антенны, α — угол наклона луча, β — угол наклона луча.

H — высота цели.

α — угол наклона луча, β — угол наклона луча.

Средняя между углами наклона луча и углом наклона луча.

Формула для определения высоты цели.

$$H = R \cdot \sin \alpha \cdot \sin \beta$$

где R — радиус излучения антенны, α — угол наклона луча, β — угол наклона луча.

H — высота цели.

α — угол наклона луча, β — угол наклона луча.

Средняя между углами наклона луча и углом наклона луча.

Формула для определения высоты цели.

$$H = R \cdot \sin \alpha \cdot \sin \beta$$

где R — радиус излучения антенны, α — угол наклона луча, β — угол наклона луча.

H — высота цели.

α — угол наклона луча, β — угол наклона луча.

Средняя между углами наклона луча и углом наклона луча.

Формула для определения высоты цели.

$$H = R \cdot \sin \alpha \cdot \sin \beta$$

где R — радиус излучения антенны, α — угол наклона луча, β — угол наклона луча.

H — высота цели.

α — угол наклона луча, β — угол наклона луча.

Средняя между углами наклона луча и углом наклона луча.

Формула для определения высоты цели.

$$H = R \cdot \sin \alpha \cdot \sin \beta$$

Разверстка по ориентации элементов
и т.д. разномерный шаг и т.д. т.д. т.д.
вертика экспоненциальная и пропорциональная
вспомогательной системы относительно угла заданного направления

по времени ток, которым питаются катушки, должен быть направлен по горизонтальной оси OX и OY направо по горизонтальной оси OZ .

Схема вертикальной развилки (рис. 1, б) имеет следующий характер: в начале трещины, создаются, которые являются основой для формирования вертикального направления трещины. В дальнейшем трещина развивается по вертикали. Характерной особенностью трещины является ее экстенсивный характер, что приводит к образованию большого количества трещин, которые в дальнейшем могут развиваться в направлении вертикали. Таким образом, трещины, образующиеся в процессе формирования трещины, являются основой для формирования вертикального направления трещины.

Классификация, основанная на различии в характере взаимодействия с окружающей средой, подразделяет организмы на автотрофов и гетеротрофов. Автотрофы способны синтезировать органические вещества из неорганических, используя энергию света (фототрофы) или химическую энергию (хемотрофы). Гетеротрофы получают органические вещества из пищи, которую они поедают или всасывают. В зависимости от способа питания организмы подразделяются на продуцентов, консументов и редуцентов. Продуценты — это организмы, способные к фотосинтезу или хемосинтезу. Консументы — это организмы, которые питаются другими организмами. Редуценты — это организмы, которые разлагают органические вещества до неорганических, возвращая их в цикл.

на селенията и в частност в селенията, които са в близост до границата. Това е особено важно за онези селения, които са в близост до границата, защото те са в особено голяма опасност. В селенията, които са в близост до границата, трябва да се вземат всички необходими мерки, за да се предотврати всякаква опасност. Това е особено важно за онези селения, които са в близост до границата, защото те са в особено голяма опасност. В селенията, които са в близост до границата, трябва да се вземат всички необходими мерки, за да се предотврати всякаква опасност.

[illegible]

§ 35. Упрощенная схематическая схема

Упрощенная схематическая схема индикатора высоты (рис. 41)

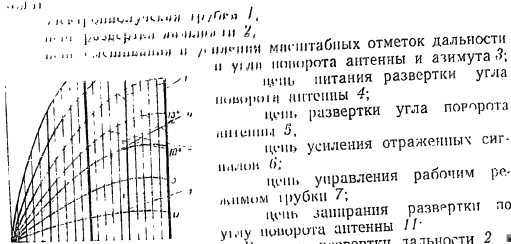


Рис. 41. Упрощенная схематическая схема индикатора высоты

В цепи развертки дальности 2 и угла поворота антенны 3, в цепи питания развертки угла поворота антенны 4, в цепи усиления отраженных сигналов 5, в цепи управления рабочим режимом трубки 7, в цепи зашоривания развертки по углу поворота антенны 11.

В цепи развертки дальности 2 и угла поворота антенны 3 выработается горизонтальная развертка, перемещающаяся по экрану электролучевой трубки 1 снизу вверх по экспоненте синхронно с вращением антенной системы. В цепь развертки дальности входят отклоняющие катушки 10, а в цепь развертки угла поворота антенны — катушки 7.

На развертке зашориваются масштабные отметки дальности и угла поворота антенны, создавая на экране масштабную сетку.

Отраженные сигналы зашориваются вертикальные черточки на развертке, причем отраженные сигналы вертикального канала попадают в нижнюю, а горизонтального канала — в верхнюю часть экрана. Рабочий режим трубки создается цепью питания. Фокусирующая катушка 8 входит в цепь питания трубки.

§ 36. Полная схематическая схема

Полная схематическая схема индикатора высоты приведена на рис. 42.

В индикаторе используется электролучевая трубка типа 31ЛМ32. Управление таким же, как и в индикаторах ПО-02 и ВО-01.

Описание трубки 1 и ее питания приведено в приложении в конце книги.

Как и в предыдущих индикаторах, пилообразный ток в отклоняющих катушках вырабатывается в цепи развертки дальности.

Цепь развертки дальности состоит из схемы запуска и расширения 1, схемы генератора пилообразного напряжения 2 и усилителя тока с обратной связью 3. Отклонение электроного луча от одного

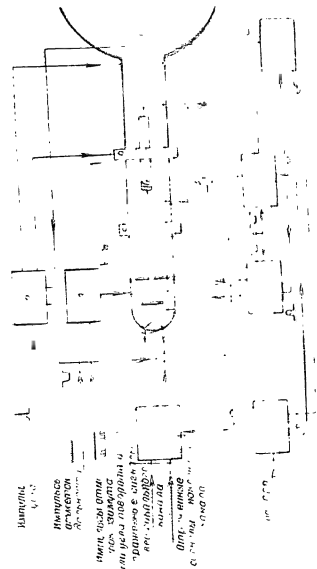


Рис. 42. Полная схематическая схема индикатора высоты



край экрана трубки к другому краю (размер 10×10 мм) и в индикаторах ПО 02 и В0 01 (размер 10×10 мм) на отклонениях катушек (8 6 и 8 21) (размер 10×10 мм) в которых высоты отсутствуют все за исключением высоты 10 мм. В остальных случаях размеры (размер 10×10 мм) и в индикаторах В0 01.

Схема смешивания и условия смешивания (размер 10×10 мм) и катушек 5 6 и 7 также (размер 10×10 мм) и индикаторах ПО 02 и В0 01 (размер 10×10 мм).

Центр измерительной шкалы (размер 10×10 мм) и катушек 5 6 и 7 также (размер 10×10 мм) и индикаторах ПО 02 и В0 01 (размер 10×10 мм).

Центр измерительной шкалы (размер 10×10 мм) и катушек 5 6 и 7 также (размер 10×10 мм) и индикаторах ПО 02 и В0 01 (размер 10×10 мм).

Центр измерительной шкалы (размер 10×10 мм) и катушек 5 6 и 7 также (размер 10×10 мм) и индикаторах ПО 02 и В0 01 (размер 10×10 мм).

Центр измерительной шкалы (размер 10×10 мм) и катушек 5 6 и 7 также (размер 10×10 мм) и индикаторах ПО 02 и В0 01 (размер 10×10 мм).

Центр измерительной шкалы (размер 10×10 мм) и катушек 5 6 и 7 также (размер 10×10 мм) и индикаторах ПО 02 и В0 01 (размер 10×10 мм).

Центр измерительной шкалы (размер 10×10 мм) и катушек 5 6 и 7 также (размер 10×10 мм) и индикаторах ПО 02 и В0 01 (размер 10×10 мм).

Центр измерительной шкалы (размер 10×10 мм) и катушек 5 6 и 7 также (размер 10×10 мм) и индикаторах ПО 02 и В0 01 (размер 10×10 мм).

Центр измерительной шкалы (размер 10×10 мм) и катушек 5 6 и 7 также (размер 10×10 мм) и индикаторах ПО 02 и В0 01 (размер 10×10 мм).

Центр измерительной шкалы (размер 10×10 мм) и катушек 5 6 и 7 также (размер 10×10 мм) и индикаторах ПО 02 и В0 01 (размер 10×10 мм).

Центр измерительной шкалы (размер 10×10 мм) и катушек 5 6 и 7 также (размер 10×10 мм) и индикаторах ПО 02 и В0 01 (размер 10×10 мм).

Центр измерительной шкалы (размер 10×10 мм) и катушек 5 6 и 7 также (размер 10×10 мм) и индикаторах ПО 02 и В0 01 (размер 10×10 мм).

длина дуги угла поворота антенны регулируется ручкой 401, а амплитуда ручкой 417. Потенциометром 403, ось которого расположена на горизонтальной панели, корректируют искажение масштаба горизонтальной развертки.

Углы наклона и поворота антенны ограничены возможностями генератора пилообразного напряжения. Так как вращательный момент, который требуется для поворота антенны, превышает возможности генератора, для поворота антенны используется электродвигатель. Амплитуда пилообразных колебаний, а следовательно и частота, зависят от напряжения (тока), соответствующего амплитуде электронного луча. Для увеличения амплитуды электронного луча в пределах экрана трубки необходимо обеспечить исклечение больших токов в анодном цепи. Для этого в анодную цепь включены резисторы, ограничивающие ток. Уменьшение амплитуды пилообразного напряжения генератора осуществляется потенциометром 405, ось которого расположена на горизонтальной панели.

Сигналы, поступающие на вход антенны, поступают на вход антенны (антенна) и на вход антенны (антенна).

Сигналы, поступающие на вход антенны, поступают на вход антенны (антенна) и на вход антенны (антенна). Сигналы, поступающие на вход антенны, поступают на вход антенны (антенна) и на вход антенны (антенна).

Сигналы, поступающие на вход антенны, поступают на вход антенны (антенна) и на вход антенны (антенна). Сигналы, поступающие на вход антенны, поступают на вход антенны (антенна) и на вход антенны (антенна). Сигналы, поступающие на вход антенны, поступают на вход антенны (антенна) и на вход антенны (антенна).

Сигналы, поступающие на вход антенны, поступают на вход антенны (антенна) и на вход антенны (антенна). Сигналы, поступающие на вход антенны, поступают на вход антенны (антенна) и на вход антенны (антенна).

Сигналы, поступающие на вход антенны, поступают на вход антенны (антенна) и на вход антенны (антенна). Сигналы, поступающие на вход антенны, поступают на вход антенны (антенна) и на вход антенны (антенна). Сигналы, поступающие на вход антенны, поступают на вход антенны (антенна) и на вход антенны (антенна).

Сигналы, поступающие на вход антенны, поступают на вход антенны (антенна) и на вход антенны (антенна). Сигналы, поступающие на вход антенны, поступают на вход антенны (антенна) и на вход антенны (антенна).

Сигналы, поступающие на вход антенны, поступают на вход антенны (антенна) и на вход антенны (антенна). Сигналы, поступающие на вход антенны, поступают на вход антенны (антенна) и на вход антенны (антенна).

Сигналы, поступающие на вход антенны, поступают на вход антенны (антенна) и на вход антенны (антенна). Сигналы, поступающие на вход антенны, поступают на вход антенны (антенна) и на вход антенны (антенна).

Сигналы, поступающие на вход антенны, поступают на вход антенны (антенна) и на вход антенны (антенна). Сигналы, поступающие на вход антенны, поступают на вход антенны (антенна) и на вход антенны (антенна).

11. При этом в выходной цепи импульс, который после усиления подается на выходной выключатель этой схемы. Напряжением выходного сигнала электромагнитная трубка запирается по ускоряющему электроду.

4. ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ИНДИКАТОРА

§ 31. Схема развертки дальности

В схеме развертки дальности индикатора высоты, так же, как и в аналогичных схемах индикаторов ИО-02 и ВО-01, вырабатывается пилообразный по времени ток, которым питаются отклоняющие катушки индикатора.

Электромагнитное поле, создаваемое этим током, смещает электронный луч трубки вдоль экрана.

В схему развертки дальности индикатора высоты (рис. 43) входят те же элементы, что и в такие же схемы блоков индикаторов ИО-02 и ВО-01. Отличия этой схемы в индикаторе ИО-02 сводятся к следующим:

1. Так как в индикаторе имеется только одна шкала, то исключена схема подержки и все элементы регулировки, связанные с перемещением шкалы.

2. При этом расширена амплитуда в схеме расширения выбрана постоянная времени. Длительность П-образных импульсов определяется емкостью конденсатора 312 и величинами постоянного сопротивления 152 и переменного сопротивления 153. Длительность импульсов регулируется от 0,4 мсек (60 км) до 2 мсек (300 км). Таким образом, установленный диапазон перекрывается полностью.

Амплитуда выходных импульсов порядка 120 в. Сопротивления 152 и 153 контролируют и на работу схемы не влияют.

3. В схеме генератора пилообразного напряжения исключены лишние конденсаторы и сопротивления, связанные с переключением шкалы.

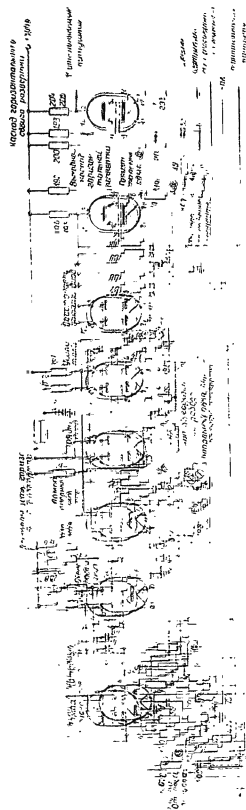
Схема с цепи развертки дальности совершенно аналогична одноименной схеме в блоке индикатора ВО-01 (§ 22).

Отклоняющие катушки горизонтального отклонения и сдвига так же, как и отклоняющие катушки блока ВО-01, и описаны в приложении.

§ 32. Схема смешивания и усиления масштабных отметок дальности и угла поворота антенны или азимута

Принципиальная схема цепи смешивания и усиления масштабных отметок дальности и угла поворота антенны или азимута приведена на рис. 44. Она совершенно аналогична с одноименной схемой в блоке индикатора ИО-02, приведенной в § 8. Отличие состоит только в том, что в индикаторе ИО-02 имеется переключатель 226, который дает возможность подводить на сетку правой половины экрана 15 или отметки азимута, переключаемые с резистора 1078.

319



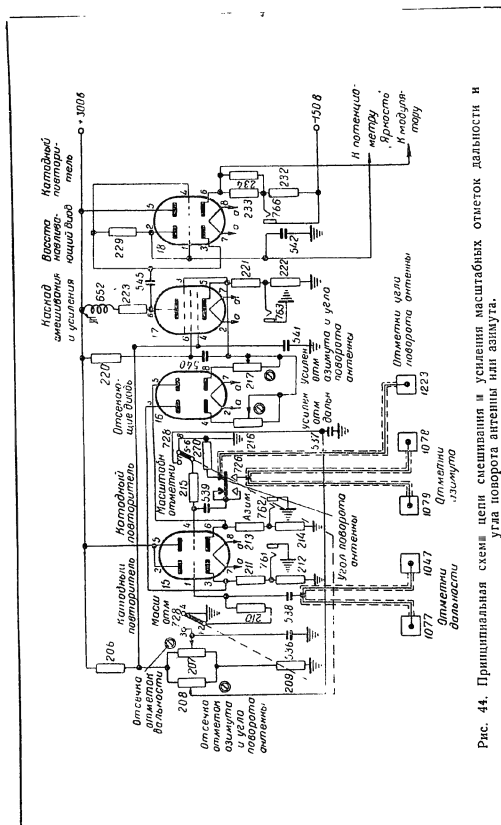


Рис. 44. Принципиальная схема цепи смещения и усиления масштабных отметок дальности и угла поворота антенны или азимута.

(1079), или отметки угла поворота антенны, поступающие с разъема 1223. Подача отметок азимута необходима для контроля отметок угла поворота антенны и для правильного согласования блока НО-02 в системе станции.

§ 39. Цепь развертки угла поворота антенны

Для получения развертки угла поворота антенны в индикаторе высоты используется схема развертки, в которую входят:

- схема питания развертки угла поворота антенны;
- схема развертки угла поворота антенны.

Схема питания развертки угла поворота антенны. Эта схема (рис. 45) совпадает с частью схемы развертки азимута в блоке ВО-01, включающей лампы 27, 28 и 29 (§ 25, рис. 30). Отличие сводится лишь к тому, что в этой схеме дополнительно к напряжению огибающей задается не положительное, а отрицательное смещение в связи с тем, что в блоке НО-02 для получения развертки угла поворота антенной системы используется от 0 до 30° синусоидального напряжения управляемого выпрямителя, следовательно, постоянная составляющая выходного напряжения схемы на катодном повторителе (лампа 40) должна быть равна нулю.

В результате работы этой схемы на катодном сопротивлении выходной лампы повторяется огибающая амплитуды входного напряжения. Это напряжение одновременно подается на входные цепи схемы развертки угла поворота антенны, схемы переключения каналов (правая половина лампы 33) и схемы записи развертки по азимуту (левые половины ламп 48 и 49).

В качестве приемного сельсина на вход схемы питания развертки угла поворота антенны включен сельсин 704 типа СС-405, механически связанный с сельсином 705 того же типа.

Эти два сельсина образуют блок БСТ, описание и назначение которого приведены в описании синхронно-следящей системы (Техническое описание, часть III). Максимальная величина амплитуды входного напряжения (масштаб вертикальной развертки) регулируется сопротивлением 305 в пределах от 5 до 40 в. Постоянное напряжение смещения регулируется потенциометром 311 в пределах от 0 до — 65 в. Нормально схема работает при напряжении смещения на выходе (катод лампы 40) порядка + 3 в. Конденсатор 571 шунтирует цепь по напряжению частоты 1500 гц.

Схема развертки угла поворота антенны приведена на рис. 46, она состоит из генератора пилообразного напряжения (правая половина лампы 40 типа 6Н8С и лампа 41 типа 6Ж4) и усилителя с обратной связью (лампы 43 типа 6Н8С и 44 типа 6Х6С).

Лампа 41 генератора пилообразного напряжения является разрядной лампой. До прихода отрицательного П-образного импульса схемы расширения развертки дальности лампа отперта и шунтирует конденсатор 590 генератора развертки угла поворота антенны. С приходом отрицательного импульса со схемы расширения на

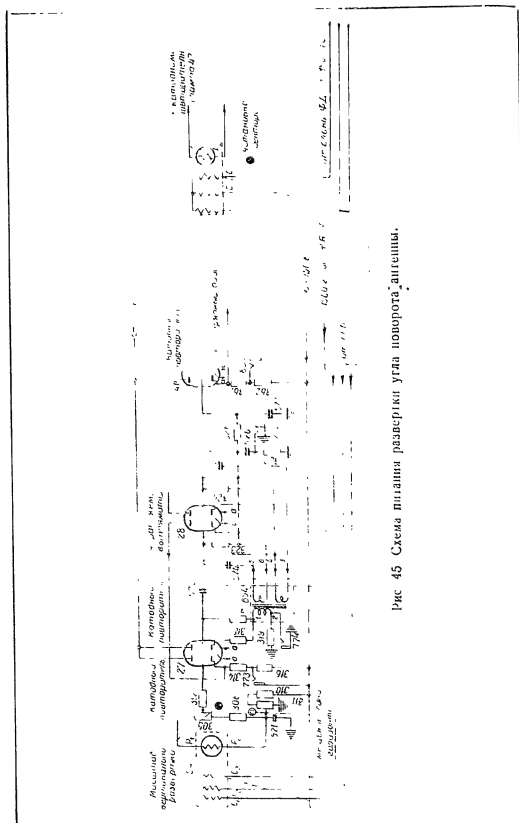


Рис. 45 Схема питания развертки угла поворота антенны.

управляющую сетку разрядной лампы она зашарасяет и конденсатор генератора развертки начинает заряжаться.

Амплитуда, до которой заряжается конденсатор генератора развертки, зависит от действующего значения напряжения на аноде правой половины лампы 40 (при данной установке ручки потенциометра 417, т. е. от угла поворота антенны относительно некоторого фиксированного его значения), так как на правый диод подается напряжение со схемы питания развертки. Закон изменения напряжения, соответствующего углу поворота антенны во времени, определяется величиной сопротивления потенциометра 417, при котором изображение, получающееся на экране, совпадает с графической шкалой. В индикаторе высоты схема развертки угла поворота антенны построена из соображений возможности раздельной регулировки начального наклона экспоненциальной развертки (соответствие рис. 401). Величина этого сопротивления (при данном угле и сопротивлении потенциометра 417) выбрана такой, что регулировка формы напряжений дает возможность совмещать линии углов поворота антенны, получаемые на экране трубки, с соответствующими им линиями графической шкалы. В схеме генератора развертки угол поворота антенны для регулирования максимальных значений амплитуды напряжений применен компенсационный метод, основанный на основе построения схемы генератора развертки дальности (см. приложение). В зависимости от изменения отношения компенсирующего напряжения на катоду лампы 40 к напряжению зарядного конденсатора изменяется и максимальное значение амплитуды на зарядном конденсаторе (при данном угле поворота антенны). По сравнению со схемой развертки дальности в схеме развертки угла поворота антенны величина компенсирующего напряжения взята заведомо меньше, так как полная компенсация нелинейности напряжения на конденсаторе здесь не нужна. Величина компенсирующего напряжения в этой схеме регулируется потенциометром 417. Этим изменяется максимальная величина напряжения. Начальный наклон экспоненты регулируется изменением величины переменного сопротивления 401 в цепи заряда.

Схема усилителя с обратной связью аналогична схеме развертки дальности с индикаторе ПО-02 (87). В эту схему усилителя с обратной связью входят лампы 43 типа 6Н18С, 44 типа 6ХХС и 45 типа 6П3С (рис. 46).

В анодную цепь левой половины лампы 43 включена развязывающая цепь из сопротивления 405 и конденсатора 503. Развязывающая цепь уменьшает воздействие импульсов, которые могут попасть через анодную шину на сетку правой половины лампы 43. Этим достигается устойчивость режима схемы с обратной связью.

Постоянная времени сеточной цепи правой половины лампы 43, определяемая величиной сопротивления 410 и емкостью конденсатора 504 и равная 30 мксек, обеспечивает неискаженную передачу на сетку лампы пилообразного экспоненциального напряжения предельно большой длительности.

§ III. Схема усиления отраженных сигналов вертикального и наклонного каналов

Схема усиления отраженных сигналов дает возможность устанавливать амплитуду отраженных сигналов, при которой на экран трубки получаются достаточно яркие отметки от них. Отраженные сигналы вертикального и наклонного каналов поступают на управляющий электрод трубки не одновременно. Периодичность их подачи автоматически регулируется каскадами переключения вертикального и наклонного каналов таким образом, что на управляющий электрод трубки сначала поступают сигналы с вертикального канала, а затем с наклонного.

Схема усиления отраженных сигналов (рис. 47) состоит из двух одинаковых широкополосных усилителей (лампы 20 и 21 типа 6Ж5) с выходным каскадом на лампе 23 типа 6Н7С и схемы управления переключением каналов, в которую входят генератор управляющих импульсов уровня (лампа 33 типа 6Н8С), катодные повторители (диоды 22 и 23 типа 6Н8С) и восстанавливающие диоды (лампа 24 типа 6Н8С).

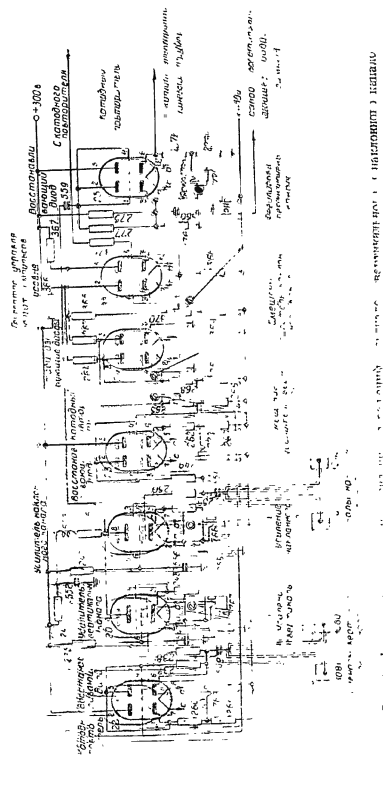
На сетки лампы усилителей разделяются импульсы отраженных сигналов с антенны вертикального луча (лампа 20) и антенны наклонного луча (лампа 21). Обе лампы усилителей имеют общую анодную нагрузку, с которой напряжение через разделительный конденсатор подается на сетку катодного повторителя (правая половина лампы 25). Левая половина лампы 25 служит для восстановления постоянной составляющей напряжения на переходном конденсаторе, включенном между анодом усилительных ламп и выходным катодным повторителем. Выход схемы связан с катодом повторителя с лучевой трубкой.

За включением сеточных цепей схемы усилителей отраженных сигналов анализируются одноименной схеме и индикаторе кругового обзора, описанной в § 9.

Постоянная часть сеточной цепи усилительной лампы 20 (21) определяется емкостью конденсатора 549 (554) и величиной сопротивления 247 (219) и равна примерно 500 мксек (выбрана из соотношений лампы при переключении каналов). Сопротивление 238 (250) ограничивает сеточные токи лампы 20 (21), которые могут возникнуть, если на ее сетку придут импульсы с большой амплитудой. Сопротивление 213 (255) предназначено для регулировки коэффициента усиления лампы в пределах от 3 до 10. Сопротивление 244 (256) — контрольное.

Управление релейным каскадом усиления осуществляется изменением смещения на управляющих сетках усилительных ламп 20 и 21. Смещение на сетках этих ламп определяется величиной анодного напряжения левой и правой половины лампы 33. Лампа 33 работает по схеме генератора управляющих импульсов уровня, принцип работы которой описан в приложении (в конце книги).

Величина напряжения на анодах ламп генератора управляющих импульсов определяется величиной напряжения на сетке правой по-



ловина лампы 33, на которую поступает напряжение с выхода управляемого выпрямителя. Это напряжение определяется углом поворота антенны относительно установленного на индикаторе азимута, совпадающего с направлением излучения антенны вертикального луча в момент пересечения цели лучом. Следовательно, для того, чтобы зафиксировать на экране индикатора отраженный сигнал, поступающий с антенны вертикального луча в момент пересечения цели лучом, надо задать рабочее смещение на управляющую сетку лампы 20 усилителя вертикального канала. При этом смещение на управляющей сетке лампы 21 усилителя отраженных сигналов наклонного канала должно обеспечивать полное ее запаривание. Это условие и определяет величину напряжения на анодах ламп генератора управляющих импульсов уровня в момент пересечения цели вертикальным лучом.

Как видно из рис. 17, величина смещения на лампах 20 и 21 определяется напряжением на левом и правом анодах лампы 33. Делители напряжения, связывающие аноды лампы 33 с минусовой шиной питания, позволяют задать рабочий режим по управляющей сетке той усилительной лампы, которая связана с запертой лампой генератора управляющих импульсов уровня. Усилительная лампа, связанная через эту цепь с открытой лампой генератора управляющих импульсов, будет работать отрицательным смещением на ее управляющей сетке. Следовательно, в момент пересечения цели вертикальным лучом правая половина лампы 33 должна быть заперта, а левая открыта. Для того, чтобы обеспечить возможность обзора некоторого пространства по вертикальному каналу, переключение генератора управляющих импульсов уровня происходит не сразу после совпадения выбранного на индикаторе азимута с направлением вертикального излучения, а с некоторым запаздыванием. Запаздывание следует устанавливать примерно равным 6-7°. Величина угла, при котором выключается вертикальный канал и включается наклонный канал, регулируется потенциометром 170. Пределы регулирования от 0 до 56° обеспечивают необходимый рабочий диапазон обзора по обоим каналам.

После переключения генератора управляющих импульсов уровня правая половина лампы 33 запирается и смещение на управляющей сетке лампы 20 падает до величины, соответствующей полному ее запариванию. В это же время напряжение на аноде левой половины лампы 33 возрастает и смещение на управляющей сетке лампы 21 становится таким, при котором лампа открывается.

Для того, чтобы величина сопротивлений делителя в цепи передачи напряжения с анодов лампы 33 на сетку лампы 20 и 21 не влияла на форму импульсов, они шунтированы диодами (лампа 24).

Диоды фиксируют нулевой потенциал при открытии лампы. При нулевом потенциале на аноде одного из диодов лампы 24 напряжение на сопротивлении 266 (269), задающем смещение на лампу 20 (21) через катодный повторитель (левая половина лампы 22, правая половина лампы 23), регулируется переменным сопротив-

лением 268 (265) в пределах от 0 до 10 в. Это дает возможность правильно выбрать рабочую точку усилительных ламп. При отрицательном потенциале на аноде одного из диодов лампы 24 напряжение на сопротивлении 269 (266) будет регулироваться в пределах от -25 до -45 в, что обеспечивает полное запаривание усилительных ламп.

Плечи делителя напряжения в анодных цепях лампы 33 выбираются так, что на аноде днота (лампа 24), связанного с запертой лампой генератора управляющих импульсов уровня, будет положительный потенциал относительно земли. Это вызовет ток через диод и напряжение на его аноде автоматически установится близким к нулю. Таким образом напряжение смещения на сетке открытой лампы усилителя стабилизируется. Напряжение на аноде правой половины лампы 33 изменяется от +240 в (при запертой правой половине лампы 33) и до 60 в (при открытой правой половине лампы 33), а на аноде левой половины лампы 33 — соответственно от 60 до 240 в.

Все делители напряжения высокоомные, это сводит к минимуму их влияние на анодные цепи ламп генератора управляющих импульсов и тем самым позволяет увеличить пределы изменения амплитуды напряжения на его анодах. Отношение между величинами высокоомных сопротивлений 267, 265, 266 (и соответственно 264, 268, 269) рассчитано так, что при запертой правой половине лампы 33 потенциал на аноде правого диода 24 положительный (15 : 20 в). На аноде правого диода 24 при запертой правой половине лампы 33 потенциал отрицательный (-25 : -30 в). Такие же потенциалы возникают и на левом диоде лампы 24.

Напряжение с делителя напряжения подается на сетку усилительных ламп не непосредственно, а через катодные повторители (левая половина лампы 22 и правая половина лампы 23). Такое соединение дает возможность уменьшить постоянную времени переключения в сеточных цепях усилительных ламп и тем самым свести время переключения к минимуму. Правая половина лампы 22 и левая половина лампы 23 соединены диодами и используются для восстановления постоянной составляющей напряжения входных конденсаторов. Применение восстанавливающего диода и катодного повторителя обеспечивает восстановление постоянного уровня напряжения после прохождения сигнала с большими амплитудами.

§ 41. Схема запаривания (бланкирования) развертки по углу поворота антенны

Эта схема совершенно одинакова со схемой запаривания развертки по азимуту в блоке индикатора ВО-01, описанной в § 26.

§ 42. Цепь управления рабочим режимом трубки

Схема цепи управления рабочим режимом трубки приведена на рис. 48. В эту цепь входит схема ограничения рабочего участка раз-

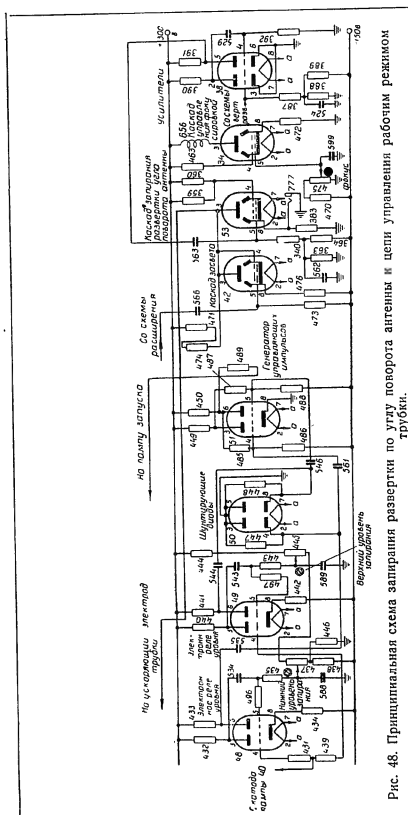


Рис. 48. Принципиальная схема задержки развертки по углу поворота антенны и цепи управления рабочим режимом трубки.

вертки угла поворота антенны. Схема ограничения состоит из лампы 38 типа 6Н9С, работающей в режиме усилителя, и выходной лампы 53 типа 6П16С. На сетку лампы 38 поступает напряжение с каскада ограничения схемы развертки угла поворота антенны. Это напряжение возникает на катоде лампы 37 (рис. 46) в момент начала ограничения пилообразного напряжения, имеющего положительную полярность. После усиления лампой 38 это напряжение подается на управляющую сетку лампы 53, являющуюся выходной лампой этой схемы.

Лампа 38 имеет большой коэффициент усиления. Это дает возможность усилить приходящий на ее сетку импульс малой амплитуды до амплитуды, необходимой для отпирания выходной лампы 53 по управляющей сетке. Делитель напряжения в сеточной цепи левой половины лампы 38 обеспечивает выбор такого напряжения смещения этой лампы, при котором она дает наибольшее усиление. Величина этого смещения порядка 4 в. Конденсатор 524—блокировочный. Второй каскад усиления работает с отсечкой по верхнему пределу; при этом форма выходного импульса становится прямоугольной.

До прихода положительного импульса с анода лампы 38 на сетку лампы 53 последняя заперта отрицательным смещением на ее сетке порядка — 60 в, снимаемым с сопротивлений 363 и 364. С появлением положительного импульса лампа 53 отпирается и напряжение на ее аноде понижается. Анод этой лампы соединен с ускоряющим электродом трубки так, что с понижением напряжения на аноде лампы 53 трубка запирается по ускоряющему электроду с момента ограничения развертки угла поворота антенны.

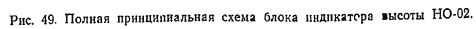
К цепи управления рабочим режимом трубки относятся схема задержки развертки дальности, работающая на лампе 42 типа 6П18С, и схема управления фокусировкой, работающая на лампе 34 типа 6П13С.

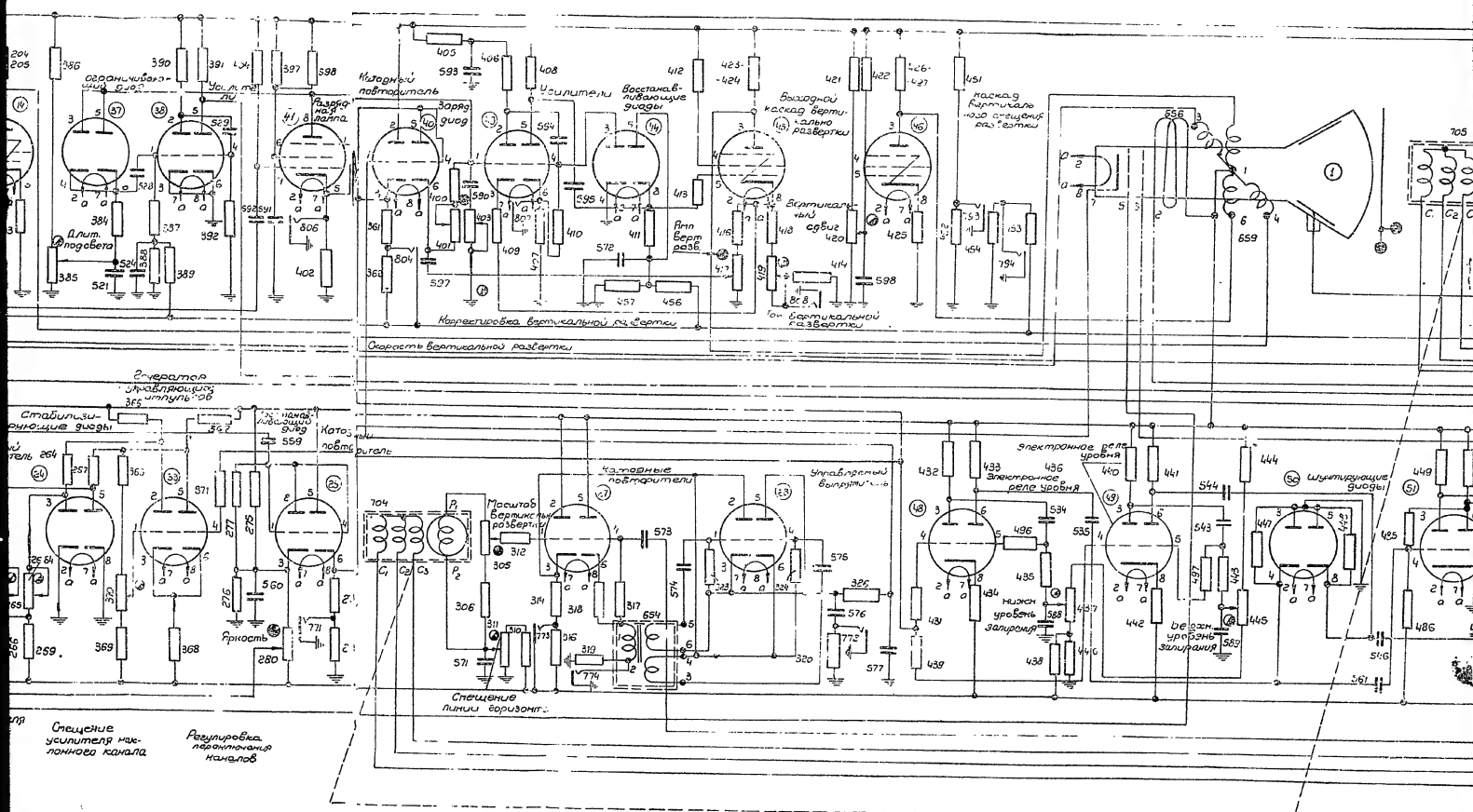
Обе эти схемы аналогичны таким же схемам в индикаторах ПО-02 и ВО-01.

§ 43. Система контроля цепей

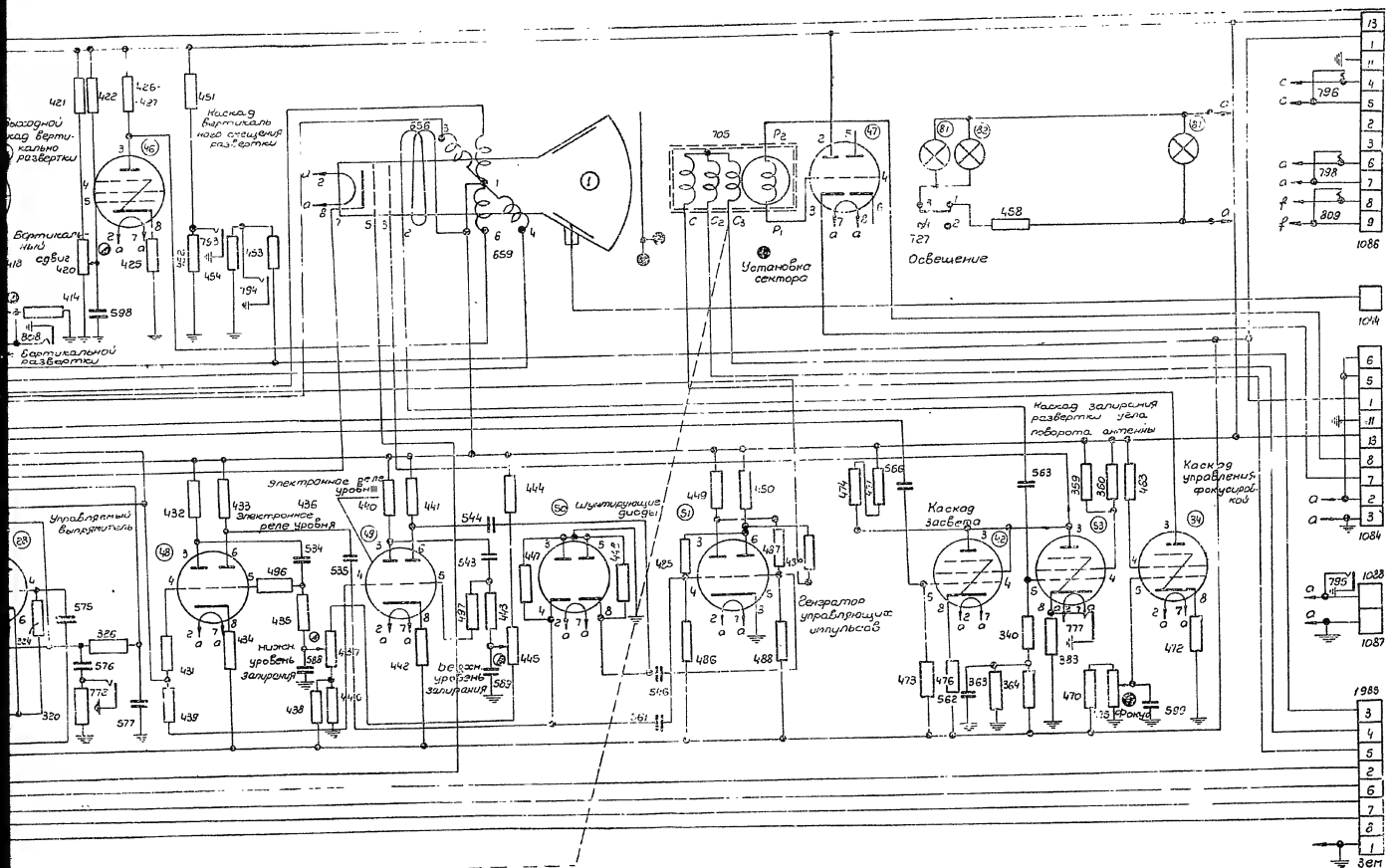
Система контроля цепей индикатора высоты аналогична системе контроля цепей индикатора кругового обзора ПО-02, описанной в § 13. Полная принципиальная схема блока индикатора высоты НО-02 приведена на рис. 49.

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
1	Электроннолучевая трубка Лампа	31ЛМ32	—
5	"	6Н8С	—
6	"	6Н7С	—
9	"	6Н7С	—
10	"	6Х6С	—
11	"	6Н8С	—
12	"	6Х6С	—
13	"	6П3С	—
14	"	6П3С	—
15	"	6Н8С	—
16	"	6Х6С	—
17	"	6Ж4	—
18	"	6Н8С	—
20	"	6Ж4	—
21	"	6Ж4	—
22	"	6Н9С	—
23	"	6Н9С	—
24	"	6Х6С	—
25	"	6Н8С	—
27	"	6Н8С	—
28	"	6Н8С	—
33	"	6Н8С	—
34	"	6П3С	—
37	"	6Х6С	—
38	"	6Н9С	—
40	"	6Н8С	—
41	"	6Ж4	—
42	"	6П3С	—
43	"	6Н8С	—
44	"	6Х6С	—
45	"	6П3С	—
46	"	6П3С	—
47	"	6Н9С	—
48	"	6Н7С	—
49	"	6Н7С	—
50	"	6Х6С	—
51	"	6Н7С	—
53	"	6П6С	—
81	Лампа миниатюрная		6,3 в; 0,28 а
82	"		6,3 в; 0,28 а
87	"	Автомобильная	13,5 в; 0,18 а
140	Сопротивление	BC-0,25	22 ком, 10%
141	"	BC-0,25	100 ом, 10%
142	"	BC-0,25	0,47 Мом, 10%
143	"	СП-2-220-А	200 ком,
144	"	BC-2	47 ком, 10%
145	"	BC-0,25	100 ом, 10%
146	"	BC-0,25	1 Мом, 10%





СЕКРЕТНО
Вклейка № 5 к заказу № 87с



Продолжение

Обозначение по принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
147	Сопrotивление	BC-1,0	0,33 Мом, 5%
148	"	BC-1,0	0,47 Мом, 5%
149	"	BC-2,0	22 ком, 10%
150	"	BC-2,0	22 ком, 10%
151	"	BC-0,25	100 ом, 10%
152	"	BC-0,5	0,47 Мом, 10%
153	"	СП-2-1000-A	1 Мом
163	"	СП-2-22-A	22 ком
164	"	BC-1,0	1 Мом, 10%
165	"	BC-0,25	0,1 Мом, 10%
166	"	BC-0,25	56 ом, 10%
174	"	BC-1,0	1,2 Мом, 10%
175	"	СП-2-470-A	470 ком
178	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
181	"	BC-0,5	10 ком, 10%
182	"	BC-1,0	33 ком, 10%
183	"	BC-0,5	2,7 ком, 10%
184	"	BC-2,0	47 ком, 10%
185	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
186	"	BC-0,25	100 ом, 10%
187	"	BC-0,25	100 ком, 10%
188	"	BC-0,25	0,12 Мом, 10%
189	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
190	"	BC-0,25	5,6 ком, 10%
192	"	BC-1,0	100 ом, 10%
193	"	BC-1,0	100 ом, 10%
194	"	BC-1,0	15 ком, 10%
195	"	BC-1,0	15 ком, 10%
196	"	ПЭ-1	100 ом
197	"	Проволочное переменное тип 8	200 ом, 4 вт
199	"	СНП	5 ом, 10%
200	"	BC-1,0	0,1 Мом, 10%
201	"	СП-2-220-A	220 ком
203	"	ПЭ-II	2,5 ком
204	"	BC-1,0	15 ком, 10%
205	"	BC-1,0	15 ком, 10%
206	"	BC-1,0	56 ком, 10%
207	"	СП-2-22-A	22 ком
208	"	СП-2-22-A	22 ком
209	"	BC-0,5	15 ком, 10%
210	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
211	"	BC-1,0	15 ком, 10%
212	"	BC-0,25	150 ом, 10%
213	"	BC-1,0	15 ком, 10%
214	"	BC-0,25	150 ом, 10%
215	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
216	"	СП-2-10-A	10 ком
217	"	СП-2-47-A	47 ком
220	"	BC-0,5	33 ком, 10%
221	"	BC-2,0	10 ком, 10%
222	"	BC-0,25	56 ом, 10%
223	"	BC-2,0	4,7 ком, 10%

Продолжение			
Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
229	Сопротивление	BC-0,25	1 Мом, 10%
232		BC-2,0	56 ом, 10%
233		BC-2,0	33 ком, 10%
234		BC-1,0	33 ком, 10%
235		BC-0,25	68 ком, 10%
237		BC-0,25	0,47 Мом, 10%
238		BC-0,25	5,6 ком, 10%
241		СП-2-1-A	1 ком
244		BC-0,25	56 ом, 10%
245		BC-2,0	4,7 ком, 10%
246		BC-2,0	3,9 ком, 10%
247		BC-1,0	68 ком, 10%
249		BC-0,25	0,47 Мом, 10%
250		BC-0,25	5,6 ком, 10%
255		СП-2-1-A	1 ком
256		BC-0,25	56 ом, 10%
260		BC-1,0	39 ком, 10%
261		BC-0,25	56 ом, 10%
262		BC-1,0	39 ком, 10%
263		BC-0,25	56 ом, 10%
264		BC-0,5	0,33 Мом, 10%
265		СП-2-15-A	15 ком
266		BC-0,5	0,22 Мом, 5%
267		BC-0,5	0,33 Мом, 5%
268		СП-2-15-A	15 ком
269		BC-0,5	0,22 Мом, 5%
270		BC-0,25	75 ом, 5%
273		BC-1,0	0,15 Мом, 10%
276		BC-1,0	39 ком, 10%
277		BC-0,5	0,22 Мом, 10%
278		BC-1,0	10 ком, 10%
279		BC-0,25	56 ом, 10%
280		СП-2-220-A	220 ком
305		СП-2-220-A	220 ком
306		BC-0,5	56 ком, 10%
310		BC-0,5	47 ком, 10%
311		СП-2-22-A	22 ком
312		BC-0,25	100 ком, 10%
314		BC-2,0	27 ком, 10%
316		BC-0,25	100 ом, 10%
317		BC-0,25	1 Мом, 10%
318		BC-1,0	22 ком, 10%
320		BC-0,25	150 ом, 10%
323		BC-0,25	224 ом, 10%
324		BC-0,25	1 Мом, 10%
326		BC-0,25	1 Мом, 10%
340		BC-0,25	0,47 Мом, 10%
359		BC-0,25	0,47 Мом, 10%
360		BC-2,0	33 ком, 10%
361		BC-2,0	27 ком, 10%
362		BC-0,25	56 ом, 10%
363		BC-0,5	56 ком, 10%

Продолжение			
Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
364	Сопротивление	BC-0,5	100 ком, 10%
365		BC-0,25	0,56 Мом, 10%
366		BC-2,0	56 ком, 10%
367		BC-2,0	68 ком, 5%
368		BC-2,0	68 ком, 10%
369		BC-0,25	0,47 Мом, 10%
370		BC-0,25	220 ком
371		СП-2-220-A	220 ком
383		BC-0,25	0,47 Мом, 10%
384		BC-0,25	100 ом, 10%
385		BC-0,25	22 ком, 10%
386		СП-2-47-A	47 ком
387		BC-0,5	0,22 Мом, 10%
388		BC-0,25	0,47 Мом, 10%
389		BC-0,5	3,9 ком, 5%
390		BC-0,5	0,15 Мом, 5%
391		BC-1,0	47 ком, 10%
392		BC-1,0	47 ком, 10%
397		BC-0,25	0,47 Мом, 10%
398		BC-0,5	100 ком, 10%
400		BC-2,0	190 ком, 10%
401		BC-0,5	100 ком, 10%
402		СП-2-220-A	0,22 Мом
403		СПП	25 ом, 5%
404		СП-2-47-A	47 ком
405		BC-0,5	1 Мом, 10%
406		BC-0,5	10 ком, 10%
407		BC-1,0	33 ком, 10%
408		BC-0,25	100 ом, 10%
409		BC-2,0	39 ком, 10%
410		BC-0,5	2,7 ком, 10%
411		BC-0,25	1 Мом, 10%
412		BC-0,25	1 Мом, 10%
413		BC-2,0	100 ом, 10%
414		BC-0,25	5,6 ком, 10%
416		СПП	5 ом, 10%
417		BC-2,0	200 ом, 5%
418		Проволочное переменное, тип 3	300 ом, 4 шт
419		ПЭ-1	100 ом
420		Проволочное переменное, тип 2	500 ом, 4 шт
421		СП-2-220-A	0,22 Мом
422		BC-1,0	56 ком, 10%
423		BC-1,0	100 ом, 10%
424		BC-1,0	8,2 ком, 10%
425		BC-1,0	8,2 ком, 10%
426		ПЭ-1	2,5 ком
427		BC-1,0	8,2 ком, 10%
431		BC-1,0	8,2 ком, 10%
432		BC-0,25	0,1 Мом, 10%
433		BC-2,0	27 ком, 10%
434		BC-2,0	68 ком, 10%

Продолжение			
Обозначение по принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
435	Сопротивление	BC-0,25	2,2 Мом, 10%
436		BC-0,5	18 ком, 10%
437		СП-2-68	68 ком
438		BC-0,5	150 ком, 10%
439		BC-0,25	0,1 Мом, 10%
440		BC-2,0	27 ком, 10%
441		BC-2,0	27 ком, 10%
442		BC-2,0	82 ком, 10%
443		BC-0,25	2,2 Мом, 10%
444		BC-0,5	680 ком, 10%
445		СП-2-100	100 ком
446		BC-0,5	15 ком, 10%
447		BC-0,25	2,2 Мом, 10%
448		BC-0,25	2,2 Мом, 10%
449		BC-2,0	27 ком, 5%
450		BC-2,0	27 ком, 5%
451		BC-2,0	100 ком, 10%
452		BC-0,5	1 ком, 10%
453		BC-1,0	100 ком, 10%
454		BC-0,5	1 ком, 10%
455		BC-0,5	100 ком, 10%
456		BC-0,5	100 ком, 10%
457		СПП	0,5 ом, 10%
458		BC-2,0	0,1 Мом, 10%
459		BC-0,5	100 ком, 10%
460		BC-1,0	470 ом, 10%
461		ПЭ-П	5 ком
462		BC-2,0	470 ом, 10%
463		BC-1,0	0,47 Мом, 10%
464		ПЭ-П	5 ком
465		СП-2-47-А	47 ком
466		BC-0,5	150 ком, 10%
467		BC-0,5	120 ком, 10%
468		BC-0,25	4,7 ком, 10%
469		BC-2,0	47 ком, 10%
470		BC-0,5	0,33 Мом, 5%
471		BC-0,5	0,24 Мом, 5%
472		BC-0,5	0,33 Мом, 5%
473		BC-0,5	0,24 Мом, 5%
474		BC-0,5	560 ком, 10%
475		BC-0,25	0,47 Мом, 10%
476		BC-0,25	0,47 Мом, 10%
477	Конденсатор	КСО-2-500-А-470-III	470 пф, 500 в
478		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
479		КСО-5-500-А-3300-II	3300 пф, 500 в
480		КТК-1-500-А-10-II	10 пф, 500 в
481		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
482		КБГ-МП-3В-400 $\frac{3 \times 0,1}{K}$ III	3 \times 0,1 мкф, 400 в
483		КСО-8-500-А-10000-II	10000 пф, 500 в
484		КБГ-М2-400-0,25-II	0,25 мкф, 400 в
485		КСО-2-500-А-100-II	100 пф, 400 в
486		КБГ-МН-2В-400 $\frac{2}{H}$ III	2 мкф, 400 в
487		КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в
488		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
489		КСО-2-500-А-1000-II	1000 пф, 500 в
490		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
491		КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в

Продолжение			
Обозначение по принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
527	Конденсатор	КСО-8-500-А-300-0-II	30000 пф, 500 в
528		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
529		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
530		КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в
531		КБГ-МП-2В-600 $\frac{2 \times 0,5}{K}$ III	2 \times 0,5 мкф, 400 в
532		КБГ-МП-2В-600 $\frac{2 \times 0,5}{K}$ III	2 \times 0,5 мкф, 400 в
533		КБГ-МП-2В-600 $\frac{0,5}{K}$ III	0,5 мкф, 400 в
534		КСО-5-500-А-6800-II	6800 пф, 500 в
535		КБГ-МП-3В-400 $\frac{3 \times 0,1}{K}$ III	3 \times 0,1 мкф, 400 в
536		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в
537		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в
538		КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в
539		КБГ-МП-3В-400 $\frac{3 \times 0,1}{K}$ III	3 \times 0,1 мкф, 400 в
540		КБГ-МП-2В-600 $\frac{0,5}{K}$ III	0,5 мкф, 400 в
541		КСО-5-500-А-6800-II	6800 пф, 500 в
542		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
543		КСО-5-500-А-1800-II	1800 пф, 500 в
544		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
545		КСО-5-500-А-1800-II	1800 пф, 500 в
546		КБГ-МП-2В-600 $\frac{2 \times 0,5}{K}$ III	2 \times 0,5 мкф, 400 в
547		КСО-2(3)-500-1000-II	1000 пф, 500 в
548		КСО-2(3)-500-А-1000-II	1000 пф, 500 в
549		КСО-2-500-А-470-II	470 пф, 500 в
550		КСО-5-500-А-1800-II	1800 пф, 500 в
551		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
552		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
553		КБГ-МП-2В-600 $\frac{0,5}{K}$ III	0,5 мкф, 400 в
554		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
555		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
556		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в
557		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в
558		КБГ-МН-2В-200 $\frac{2 \times 0,1}{K}$ III	2 \times 0,1 мкф, 200 в
559		КСО-7-500-А-2200-II	2200 пф, 500 в
560		КБГ-МП-3В-400 $\frac{3 \times 0,1}{K}$ III	3 \times 0,1 мкф, 400 в
561		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
562		КБГ-МН-400-2-II	2 мкф, 400 в
563		КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в
564		КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в
565		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
566		КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в
567		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в

Продолжение			
Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
652	Катушка индуктивности	—	—
653	То же	—	320 мкс*
654	Трансформатор управляемого выпрямителя	—	400 мкс*
656	Фокусирующая катушка	—	—
659	Отклоняющие катушки (4 шт.)	—	—
704	Сельсин СС-405	—	—
705	" СС-405	—	—
726	Переключатель	—	—
727	"	—	—
728	Переключатель двухполюсный	—	—
754	Контрольное гнездо	—	—
755	То же	—	—
756	"	—	—
758	"	—	—
759	"	—	—
760	"	—	—
761	"	—	—
762	"	—	—
763	"	—	—
766	"	—	—
767	"	—	—
768	"	—	—
769	"	—	—
770	"	—	—
771	"	—	—
772	"	—	—
773	"	—	—
774	"	—	—
777	"	—	—
793	"	—	—
794	"	—	—
796	"	—	—
797	"	—	—
798	"	—	—
804	"	—	—
806	"	—	—
807	"	—	—
808	"	—	—
809	"	—	—
1044	Разъем одноконтный	—	—
1045	То же	—	—
1046	"	—	—
1047	"	—	—
1077	"	—	—
1078	"	—	—

* Индуктивность без карбонильного сердечника.

Продолжение			
Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
1079	Разъем одноконтный	—	—
1080	То же	—	—
1081	"	—	—
1082	"	—	—
1083	"	—	—
1084	Разъем 14-контный	—	—
1085	Разъем 8-контный	—	—
1086	Разъем 14-контный	—	—
1087	Зажим накала	—	—
1088	То же	—	—
1223	Разъем одноконтный	—	—

4. КОНСТРУКЦИЯ БЛОКА ИНДИКАТОРА

§ 44. Общее описание конструкции

Блок индикатора высоты смонтирован на угловом шасси аналогично блокам индикаторов ПО-02 и ВО-01. На горизонтальной панели сверху установлена электроннолучевая трубка с отклоняющей системой, закрепленной в центре горизонтальной панели, и размещены лампы и трансформаторы.

Детали и монтаж блока размещены под горизонтальной панелью и на боковых стенках. Потенциометры, оси которых выведены на переднюю панель, и электроннолучевая трубка закреплены так же, как и в индикаторах ПО-02 и ВО-01.

С правой стороны на горизонтальной панели расположен блок сельсин-трансформаторов (БСТ). Ручки управления этим блоком выведены на переднюю панель и снабжены шкалами. На задних стенках блока, как и в индикаторах ПО-02 и ВО-01, расположены разъемы и зажимы цепи питания, а также высокочастотные разъемы.

Всего в индикаторе 11 высокочастотных разъемов, служащих для передачи импульсов запуска (разъемы 1083, 1082), отсчетов азимута (разъемы 1078 и 1079), отраженных сигналов вертикального канала (разъемы 1080 и 1081), отраженных сигналов наклонного канала (разъемы 1045 и 1046), отсчетов угла поворота антенны (разъем 1223) и отсчетов дальности (разъемы 1077 и 1047).

Напряжения с блока питания подаются на индикатор через разъем 1086, а с блока ХА-01—через разъем 1085. Напряжение на блок ЗА-01 поступает через разъем 1084. Высокое напряжение на анод электроннолучевой трубки подается через высоковольтный разъем 1044. Напряжение накала, питающее большинство ламп

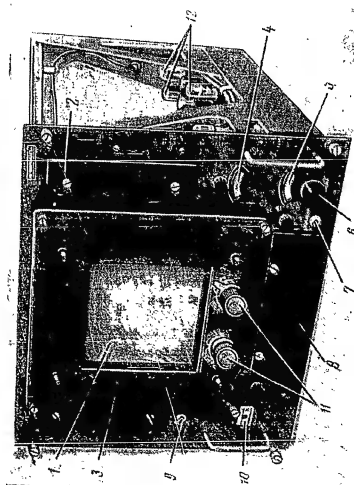


Рис. 50. Общий вид блока индикатора высоты (вид сверху):
1 - вакуумметр; 2 - манометр; 3 - манометр; 4 - манометр; 5 - манометр; 6 - манометр; 7 - манометр; 8 - манометр; 9 - манометр; 10 - манометр; 11 - манометр; 12 - манометр.

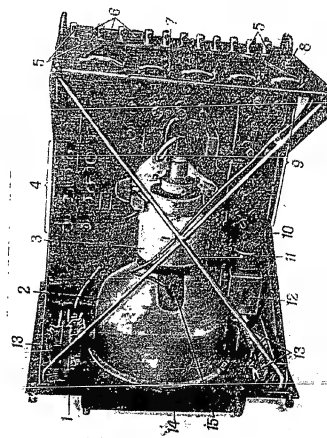


Рис. 51. Общий вид блока индикатора высоты (вид сверху):
1 - манометр; 2 - манометр; 3 - манометр; 4 - манометр; 5 - манометр; 6 - манометр; 7 - манометр; 8 - манометр; 9 - манометр; 10 - манометр; 11 - манометр; 12 - манометр; 13 - манометр; 14 - манометр; 15 - манометр.

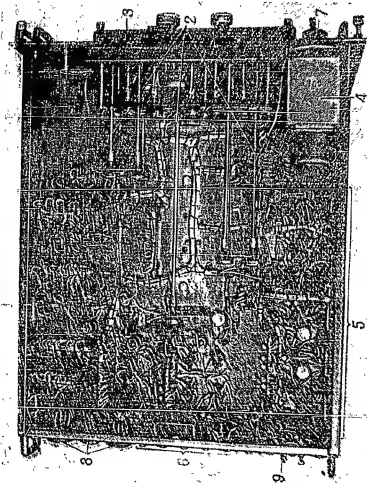


Рис. 52. Общий вид блока индикатора высоты (тип 100-02) (вид со стороны монтажа): 1 — латан и латан сема разветвления; 2 — ось поворота; 3 — ось поворота; 4 — ось поворота; 5 — ось поворота; 6 — ось поворота; 7 — ось поворота; 8 — ось поворота; 9 — ось поворота.

блока, подается со специальных зажимов 1087 и 1088. В одном ряду с силовыми разъемами расположен контакт блокировки. Общий вид блока индикатора высоты показан на рис. 50, 51 и 52.

Примечание: В блоке индикатора 110-02 размещены также элементы, относящиеся к блоку отсчета угла поворота антенны (блок 3А-01): селен-трансформатор 705 и лампа катодного детектора, входящие в схему блока 3А-01. Описание этих элементов приведено в ч. III Технического описания.

§ 45. Графическая шкала

Графическая шкала индикатора 110-02 конструктивно выполнена в виде литой силуминовой рамы.

На литой раме шкалы с внутренней стороны укреплена прозрачная прямоугольная шкала из плексигласа, на которой выправлены линии равных высот, линии отсчета угла поворота антенны и линии отсчета дальности (рис. 53). Шкала имеет металлическое

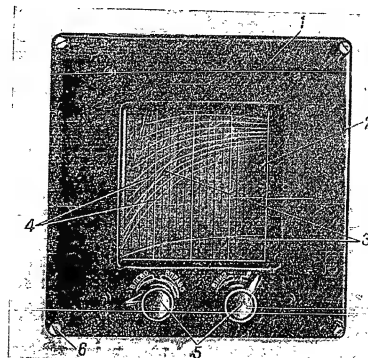


Рис. 53. Графическая шкала индикатора высоты:

1 — рама; 2 — графическая шкала; 3 — линии углов поворота антенны; 4 — линии равных высот; 5 — ручки перемещения графической шкалы; 6 — штифт крепления рамы.

обрамление и с помощью двух кривошипных механизмов может перемещаться в двух взаимно перпендикулярных направлениях относительно неподвижной рамы. Последнее необходимо для совмещения графического масштаба с электрической масштабной сеткой в процессе измерения высоты полета цели. Шкала четырьмя винтами крепится к лицевой панели индикатора перед экраном трубки. Ручки перемещения графической шкалы снабжены стопорами.

ПРИЛОЖЕНИЕ ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ИНДИКАТОРНЫХ УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРОННОЛУЧЕВЫЕ ТРУБКИ

1. Типы и назначение электроннолучевых трубок

Электроннолучевая трубка является электровакуумным прибором, служащим обычно для визуального наблюдения электрических процессов.

Трубка состоит из стеклянной колбы, в которую помещен электронный прожектор, испускающий узкий пучок электронов вдоль оси трубки (луч), устройства для отклонения этого пучка от оси и экрана, светящегося при попадании на него пучка электронов.

Электроннолучевые трубки обычно классифицируются по способу фокусировки и отклонения электронного пучка. В трубках одного типа, называемых электростатическими, для фокусировки и отклонения луча используется электрическое поле. В трубках другого типа — магнитных — для этих же целей используется магнитное поле.

Кроме того, электроннолучевые трубки различаются еще по времени послесвечения. Для наблюдения быстро изменяющихся процессов применяются трубки с коротким послесвечением с тем, чтобы изображение на экране не оставалось длительное время. Для наблюдения повторяющихся процессов, интервалы между которыми значительно больше инерции зрительного восприятия, применяются трубки с длительным послесвечением. Экран такой трубки имеет двойное флуоресцирующее покрытие (рис. 1). Под воздействием электронного пучка начинает светиться слой с голубым свечением, а свечение этого слоя возбуждает свечение следующего слоя — с желтым свечением. Первый слой обладает малым временем послесвечения, а второй — длительным.

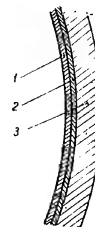
Под временем послесвечения понимается промежуток времени, в течение которого интенсивность свечения флуоресцирующего вещества после прекращения возбуждения спадает до 0,01 первоначальной величины.

В нашей аппаратуре электроннолучевые трубки используются для двух целей:

1. В качестве осциллографов, позволяющих наблюдать форму электрических сигналов по их изображению на экране. В этом случае применяется электростатическая трубка с коротким послесвечением типа 8ЛО29.

Рис. 1. Экран электроннолучевой трубки:

1 — слой флуоресцирующего вещества с голубым свечением; 2 — слой флуоресцирующего вещества с желтым свечением; 3 — стеклянное дно трубки



2. В качестве электроннолучевых радиолокационных индикаторов, служащих для определения координат целей по свстающимся отсчеткам отраженных сигналов. В этом случае применяется магнитная трубка с длительным послесвечением (время послесвечения — около 10 сек) типа 31ЛМ32.

2. Электростатическая электроннолучевая трубка типа 8ЛО29

Устройство трубки с электростатическим отклонением изображено на рис. 2.

Источником электронного пучка является электронный прожектор, состоящий из катода, модулятора и двух анодов.

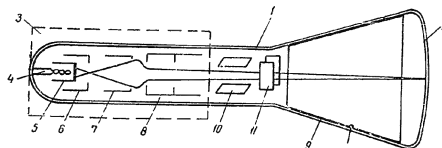


Рис. 2. Устройство электроннолучевой трубки со статическим отклонением:

1 — стеклянная колба; 2 — экран, покрытый светящимся веществом; 3 — электронный прожектор; 4 — подогреватель; 5 — катод; 6 — управляющий электрод; 7 — первый анод; 8 — второй анод; 9 — высоковольтный анод (анодат); 10 — вертикально-отклоняющие пластины; 11 — горизонтально-отклоняющие пластины.

Электроны излучаются накаливаемым катодом, изготовленным в виде никелевого цилиндра, имеющего на торце оксидное покрытие. Внутри цилиндра находится вольфрамовая нить подогревателя, свернутая в спираль.

Предварительная фокусировка электронов производится управляющим электродом или модулятором, имеющим отрицательный потенциал по отношению к катоду. Модулятор представляет собой металлический стакан с отверстием против торца катода. Направление, в котором излучаются электроны, определяется этим отверстием, так как электроны могут проходить только через него. Электрическое поле модулятора заставляет электроны изменить первоначальное направление (рис. 3) и концентрирует их в узкий пучок. Изменение отрицательного потенциала модулятора изменяет число электронов, проходящих через отверстие, меняя таким образом яркость свечения.

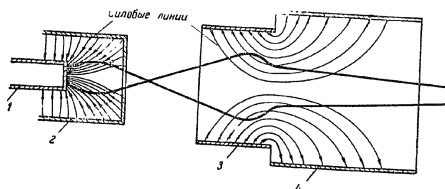


Рис. 3. Фокусировка пучка электронов:
1 — катод; 2 — управляющий электрод; 3 — первый анод; 4 — второй анод.

После модулятора пучок электронов проходит через систему, состоящую из первого и второго анодов — двух цилиндров, имеющих положительный потенциал, причем потенциал второго анода выше первого. Положительный потенциал вызывает ускорение движения электронов, а электрическое поле между этими анодами заставляет электроны изменить направление движения так, что они начинают двигаться к оси трубки и сходятся в какой-то точке (рис. 3). При правильном соотношении напряжений между анодами электроны сходятся на поверхности экрана и светящееся пятно получается ярким и перспективным, т. е. сфокусированным. Так как для фокусировки обычно меняют напряжение на первом аноде, то он и получил название фокусирующего. Второй анод называется ускоряющим.

Отклонение электронного пучка производится с помощью электрического поля, создаваемого напряжением, которое подводится к двум парам пластин, расположенным за вторым анодом (рис. 2). Одна пара пластин устанавливается перпендикулярно к другой, при этом одна пара позволяет отклонять пучок в горизонтальном направлении, другая — в вертикальном. Если к пластинам какой-либо пары приложено напряжение, то электронный пучок отклоняется к пластине, имеющей более положительный потенциал; величина отклонения пучка прямо пропорциональна напряжению между пластинами.

Внутренняя поверхность расширяющейся части стеклянной колбы покрыта слоем коллоидального графита (рис. 2), называемым аквадагом или высоковольтным анодом, имеющим еще более высокий положительный потенциал, чем второй анод. Он дает дополнительное ускорение электронам и тем самым увеличивает яркость и улучшает фокусировку изображения. Кроме того, он притягивает вторичные электроны, испускаемые флуоресцирующим экраном, и экранирует электронный луч от внешних полей.

3. Магнитная электроннолучевая трубка типа 31ЛМ32

По устройству электронного прожектора магнитная трубка отличается от электростатической тем, что фокусировка электронного пучка производится здесь не системой двух анодов, как в электростатической трубке, а магнитным полем фокусирующей катушки. Фокусирующий анод отсутствует, имеется только ускоряющий анод (рис. 4). Внешний вид трубки показан на рис. 5.

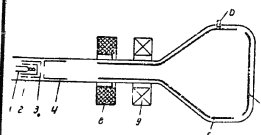


Рис. 4. Устройство электроннолучевой трубки с магнитным отклонением:
1 — подогреватель; 2 — катод; 3 — управляющий электрод; 4 — ускоряющий анод; 5 — высоковольтный анод; 6 — ввод высокого напряжения; 7 — экран, покрытый светящимся веществом; 8 — фокусирующая катушка; 9 — отклоняющая система.

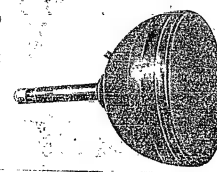


Рис. 5. Общий вид электроннолучевой трубки 31ЛМ32.

Магнитная фокусировка электронного пучка осуществляется следующим образом. Специальная короткая катушка, через которую пропускают постоянный электрический ток, создает неоднородное магнитное поле.

Пока электроны находятся в области поля, оно заставляет электроны, движущиеся к экрану, двигаться не по прямой, а по спиральной линии, направленной к оси. При правильно установленном поле (что достигается изменением тока, протекающего через фокусирующую катушку) все электроны, покидающие поле, движутся по направлению к оси и встречаются в общей точке на экране трубки. Траектория электрона показана на рис. 6.

Внешний вид фокусирующей катушки показан на рис. 7.

Фокусирующая катушка помещена в железный экран, концентрирующий магнитное поле (рис. 8).

Для достижения оптимальной фокусировки необходимо совпадение осей трубки и фокусирующей катушки. Это условие удовлетворяется конструкцией крепления фокусирующей катушки.

Экран катушки имеет отверстие, в которое проходит горловина трубки. С внутренней стороны экран имеет щель для выхода магнитного поля. Эта щель смещена с одной стороны экрана катушки.

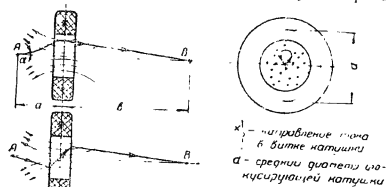


Рис. 6. Траектория движения электрона внутри короткой фокусирующей катушки.

Фокусирующая катушка располагается на горловине трубки так, что щель находится ближе к экрану. Один вывод фокусирующей катушки подключен к цепи $+300$ в, а другой — к аноду регулировочной лампы.

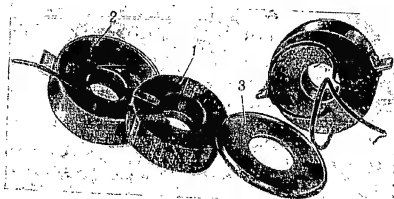


Рис. 7. Внешний вид фокусирующей катушки и ее деталей: 1 — катушка; 2 — корпус экрана; 3 — крышка экрана.

Фокусирующее магнитное поле зависит от величины тока, протекающего через фокусирующую катушку. Так как фокусирующая катушка питается анодным током регулировочной лампы, то изменением напряжения смещения на управляющей сетке этой лампы можно регулировать ток, а следовательно, осуществлять фокусировку луча. Величина тока, протекающего через катушку, примерно 10—12 мА.

Такая схема обеспечивает постоянство фокусировки независимо от изменения окружающей температуры. По мере прогрева сопро-

тивление фокусирующей катушки изменяется, но величина тока, протекающего по ней, не зависит от сопротивления фокусирующей катушки, так как внутреннее сопротивление лампы значительно больше сопротивления катушки.

Ток в этой цепи почти полностью определяется напряжением на управляющей сетке регулировочной лампы.

Схема питания фокусирующей катушки приведена на рис. 9

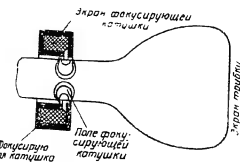


Рис. 8. Концентрация магнитного поля фокусирующей катушки с помощью железного экрана

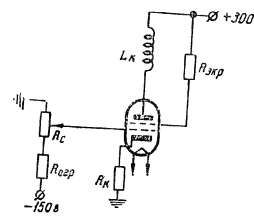


Рис. 9. Схема питания фокусирующей катушки

Положение движка потенциометра R_c определяет величину тока, протекающего через фокусирующую катушку.

Сопротивление R_c , включенное в катод регулировочной лампы, увеличивает действующее внутреннее сопротивление регулировочной лампы.

Для отклонения электронного луча от оси трубки и для соответствующего перемещения пятна по экрану применяется магнитная отклоняющая система.

В индикаторах станций применены магнитные отклоняющие системы следующих двух видов:

- 1) отклоняющая система с замкнутым магнитопроводом (с железным сердечником) — в индикаторах ВО-01 и НО-02;
- 2) отклоняющая система открытого типа (без железного сердечника) — в индикаторах ПО-02.

Отклоняющую систему с замкнутым магнитопроводом образуют катушки с железным сердечником.

Отклоняющая система открытого типа выполнена в виде катушек, закрепленных на специальном каркасе.

Катушки отклоняющих систем питаются от генераторов развертки дальности и азимута (в индикаторах ВО-01, НО-02) или только от генератора развертки дальности (индикатор ПО-02).

Ток, питающий катушки, образует в горловине электрооптической трубки магнитное поле. Это поле отклоняет электронный луч на пути между фокусирующей катушкой и экраном трубки.

Пучок электронов, движущийся к экрану, имеет свойства проводника, по которому протекает постоянный ток. Так как проводник с током, находясь в магнитном поле, отклоняется этим полем в направлении, определяемом по правилу правой руки, то и пучок электронов будет также отклоняться магнитным полем катушек. Величина отклонения находится в прямой зависимости от величины тока, питающего катушки.

Катушки отклоняющих систем расположены перпендикулярно электронному лучу. Витки катушек распределены так, что в поперечном сечении горловины трубки получается равномерное магнитное поле.

Изображение на экране трубки может быть искажено в силу следующих причин:

— несовпадения центра отклонения с центром сферы экрана трубки;

— неоднородности отклоняющих полей;

— взаимодействия отклоняющих и фокусирующих полей.

Взаимодействие отклоняющих и фокусирующих полей уменьшается с увеличением расстояния между этими системами и компенсируется поворотом отклоняющей системы на некоторый угол вокруг оси трубки.

Отклоняющие системы с замкнутым магнитопроводом (рис. 10,б) состоят из катушек, обмотки которых расположены так, что каждая обмотка создает равную часть магнитного потока.

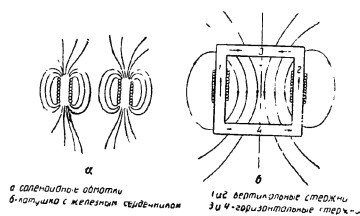


Рис. 10. Магнитное поле отклоняющей системы.

Отклоняющие системы без магнитного сердечника (рис. 11,а) состоят из катушек, у которых магнитные поля обмоток складываются таким образом, что образуют общее магнитное поле.

На рис. 10,а изображены две короткие соленоидные обмотки, расположенные параллельно на расстоянии, достаточном для прохода горловины электронолучевой трубки. Магнитное поле, образуемое этими катушками, будет параллельным. Благодаря симметричному расположению обмоток магнитное поле в горловине трубки тоже симметрично и почти однородно. При таком образовании

магнитного поля большая часть поля рассеивается и не участвует в отклонении электронного пучка.

Этот недостаток исключается при применении железного сердечника (рис. 10,б).

Железный сердечник способствует увеличению общего магнитного потока и помогает сконцентрировать магнитный поток в пучке электронов.

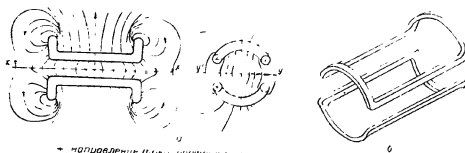


Рис. 11. Магнитное поле отклоняющей системы без магнитного сердечника и форма двух секций отклоняющей системы

Отклоняющая система без магнитного сердечника выполняется из двух обмоток, расположенных одна над другой по обеим сторонам горловины трубки и соединенных таким образом, что они образуют общее магнитное поле. На рис. 11,а и 11,б показаны вид магнитного поля этих катушек и форма обмотки.

Д. Отклоняющая система с замкнутым магнитным проводом

На рис. 10,б показаны в разрез типичная катушка с квадратным железным сердечником и форма магнитного поля. Магнитодвижущая сила таких полей имеет одинаковое направление в обоих стержнях сердечника (1, 2), поэтому верхняя часть сердечника (горизонтальный стержень 3) достигает более высокого магнитного потенциала, чем нижняя (горизонтальный стержень 4). Эта разность магнитных потенциалов заставляет поток протекать более или менее равномерно через воздушный зазор внутри сердечника, однако приблизительно 50—60% всего потока протекает вне зазора и не может быть использовано для отклонения электронного луча.

Токи отклоняющих катушек наводят вихревые токи в металлических частях самой отклоняющей системы и во всех металлических частях, расположенных поблизости от нее. Потери на вихревые токи в сердечнике сводят до минимума в результате набора сердечника из отдельных Г-образных пластин. Железный сердечник должен иметь магнитную проницаемость не менее 500. Материал сердечника должен обладать не только высокой магнитной проницаемостью, но и малой коэрцитивной силой (остаточный магнетизм), чтобы поле

катушки спадает до нуля к концу развертки. Если сердечник не размагнитится полностью при нулевом значении тока, то остаточное поле будет стремиться сместить исходную точку развертки. Поэтому в особо важных случаях сердечник изготавливается из отожженного пермаллоя.

Катушки, расположенные на противоположных стержнях, соединены навстречу друг другу так, что ток, проходящий по виткам катушек, создает в магнитопроводе потоки противоположных направлений. Так как обе катушки имеют одинаковое число витков, то суммарный поток в магнитопроводе равен нулю, а во внутреннем пространстве магнитопровода потоки рассеивания суммируются. Этот суммарный поток создает магнитное поле, которое и используется для отклонения электронного луча.

Обмотки отклоняющих катушек могут быть рассчитаны как на однотоковое, так и на двухтактное включение. При однотоковом включении один конец обмотки подключен к аноду выходной лампы, а другой конец — к шине $+300$ в. При двухтактном включении оба конца обмоток подключаются к анодам выходных ламп генераторов развертки азимута или дальности, а средняя точка — к шине $+300$ в.

В индикаторах станции применено двухтактное включение отклоняющих катушек. Каждая отклоняющая катушка состоит из двух половин. Каждая половина катушки, в свою очередь, состоит из двух секций. Обе половины катушки размещены на противоположных

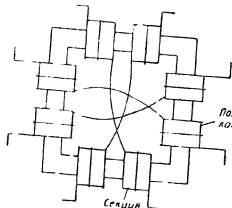


Рис. 12. Схема размещения и соединения отклоняющих катушек между собой.

стержнях, что поясняется рис. 12. Каждая секция состоит из двух обмоток — внутренней и внешней. Как внутренние, так и внешние обмотки в каждой половине катушки соединены последовательно. Обе половины катушек соединены между собой последовательно.

Общий вид катушек с замкнутым магнитопроводом, применяемых в индикаторах станции, показан на рис. 13.

Внешние обмотки, расположенные на вертикальных стержнях, питаются током одной лампы двухтактной схемы, и внутренние обмотки, расположенные на тех же стержнях, — током другой лампы. Такая же схема применена для питания обмоток, расположенных на горизонтальных стержнях. Токи, питающие внутренние и внешние

обмотки, направлены навстречу друг другу. Поэтому, если токи, протекающие через обе обмотки, будут равны, то отклоняющее поле будет отсутствовать. При различных по величине питающих токах будет создаваться отклоняющее магнитное поле, причем направление отклонения электронного луча будет зависеть от того, через какую из обмоток (внешнюю или внутреннюю) проходит больший ток. Различие в питающих токах вызывается различием по величине напряжений на управляющих сетках питающих ламп.

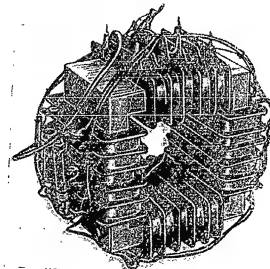


Рис. 13. Общий вид отклоняющей системы с железным сердечником.

Отклоняющая катушка с обмотками на одной паре стержней способна отклонять электронный луч вдоль одной из осей координат. Для получения отклонения электронного луча вдоль двух координатных осей катушки отклоняющей системы расположены на всех четырех стержнях сердечника. Катушки горизонтального и вертикального отклонения одинаковы.

Для получения неискаженного изображения секции отклоняющих катушек распределены неравномерно вдоль каркаса катушки по определенному закону.

Отклоняющая система, показанная на рис. 13, применяется для отклонения электронного луча в индикаторах ВО-01 и НО-02.

На рис. 14 показан общий вид отклоняющей системы, применяемой в индикаторе ПО-02 для смещения центра развертки (в режиме секторного обзора). Питание этой системы однотоковое.

На рис. 15 и 16 приведены схемы соединения обмоток отклоняющих систем, применяющихся в индикаторах ВО-01, НО-02 и ПО-02, ПО-03.

Обмотки отклоняющей системы с замкнутым магнитопроводом включены в анодные цепи выходных ламп разверток азимута и дальности и в анодную цепь лампы, регулирующей величину смеще-

ния центра развертки на экране трубки. Изменение токов в анодных цепях ламп под воздействием напряжений на управляющих сетках приводит к изменению магнитных полей и в результате — к отклонению электронного луча под воздействием результирующего магнитного поля.

Для сдвига начала разверток на край экрана трубки в индикаторах ВО-01 и НО-02 используется одна из обмоток отклоняющей катушки, расположенной на вертикальных стержнях.

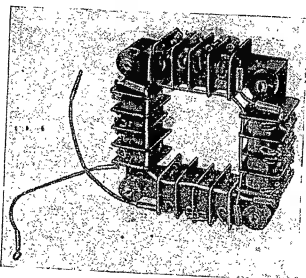


Рис. 14. Общий вид отклоняющей системы, применяемой для смещения центра в индикаторах кругового обзора.

Эта обмотка включается в анодную цепь специальной лампы, напряжение на управляющей сетке которой может регулироваться потенциометром, ось которого выведена в нишу и снабжена ручкой с надписью ГОРИЗ. СДВИГ. При изменении напряжения на управляющей сетке изменяется анодный ток этой лампы. Возникающим при этом результирующим магнитным полем и осуществляется сдвиг развертки. Направление магнитного поля определяет направление сдвига развертки.

Отклоняющая система смещения центра в индикаторе ПО-02 имеет по одной катушке на каждом из четырех стержней. Катушки секционированы, причем число витков в секциях одинаково. Катушки смещения центра развертки в индикаторе ПО-02 расположены вокруг отклоняющей системы. Обмотки, расположенные на противоположных стержнях, соединены навстречу друг другу так, что магнитопровод замкнутый результирующий магнитный поток равен нулю, а поля рассеивания складываются (рис. 16).

Сдвиг центра развертки по диаметру экрана трубки осуществляется в результате изменения напряжения на управляющей сетке регулирующей лампы.

Смещение центра развертки в любую точку по окружности экрана осуществляется механическим вращением отклоняющей системы вокруг оси трубки. Ручка вращения выведена на лицевую панель индикатора и снабжена надписью УСТАНОВКА СЕКТОРА.

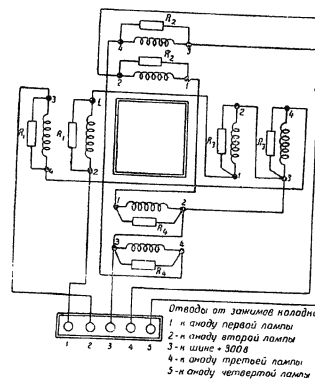


Рис. 15. Схема соединения обмоток отклоняющей системы индикаторов ВО-01 и НО-02.

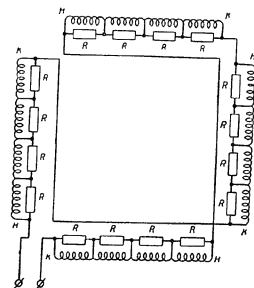


Рис. 16. Схема соединения обмоток отклоняющей системы, применяемой для смещения центра в индикаторах кругового обзора.

Регулирование тока осуществляется маломощными потенциометрами в сеточных цепях ламп.

Применение регулирующих электронных ламп создает благоприятные условия для гашения собственных паразитных колебаний в катушках. Эти колебания обусловлены переходными процессами, возникающими в моменты начала и конца развертки (наводка с отклоняющих катушек). В дополнение к этому для гашения колебаний необходимо шунтировать катушки постоянными сопротивлениями таким образом, чтобы затухание контура, состоящего из индуктивности катушки и ее распределенной емкости, было близко к критическому. Шунтирующие сопротивления (R_1 , R_2 , R_3 и R_4 на рис. 15) отклоняющих систем расположены непосредственно у регулирующих ламп, а шунтирующие сопротивления (R на рис. 16) отклоняющей системы смещения центра развертки расположены непосредственно на катушках.

Регулирующая лампа должна иметь возможно большее сопротивление. Это условие удовлетворяется в случае применения лучевых тетродов с сопротивлениями, включенными в цепи катодов.

Время затухания возбужденных колебаний получается тем меньше, чем меньше индуктивность катушек. Поэтому ток, текущий через обмотки катушек, задается максимально допустимым.

Б. Отклоняющая система без железного сердечника

Отклоняющая система открытого типа применена в индикаторе ПО-02. Она выполнена из двух обмоток, расположенных одна над другой по обеим сторонам горловины электроннолучевой трубки. Каждая из обмоток состоит из двух секций, соединенных последовательно. Одна секция охватывается другой, так что одна секция по габаритам меньше, чем другая. Секции выполнены в виде сосредоточенных обмоток и располагаются лишь на части каркаса, а не по всей его поверхности. Форма двух секций изображена на рис. 11,б.

Обмотки соединены последовательно, укреплены на противоположных сторонах общего каркаса и вращаются с помощью следящей системы синхронно с вращением антенны. Оси обмоток перпендикулярны оси трубки.

Вид образующегося магнитного поля показан на рис. 11,д. На рис. 17 приведена схема соединения обмоток отклоняющей системы (без шунтирующих сопротивлений) индикаторов ПО-02 и ПО-03. Общий вид отклоняющей системы без железного сердечника приведен на рис. 18.

Применение отклоняющей системы без железного сердечника определяется некоторыми особенностями, отличающими ее от отклоняющей системы с замкнутым магнитопроводом.

Эти особенности заключаются в следующем:

1) Отклоняющая система без железного сердечника не искажает магнитное поле, создаваемое системой смещения центра развертки

128

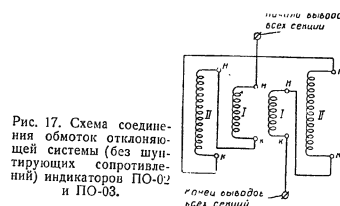


Рис. 17. Схема соединения обмоток отклоняющей системы (без шунтирующих сопротивлений) индикаторов ПО-02 и ПО-03.

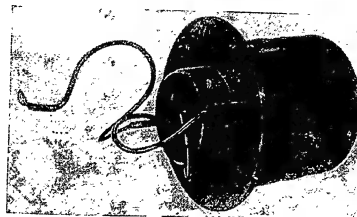


Рис. 18. Общий вид отклоняющей катушки без железного сердечника.

129

в индикаторе ПО-02. Поэтому возникла возможность выполнить отклоняющую систему открытого типа, окруженную другой (система смещения центра), более крупной по габаритам системой с железным сердечником. Система без сердечника прашается механически для получения кругового обзора. Система с сердечником используется в этом индикаторе для смещения центра развертки.

2) Система без сердечника, благодаря малой распределенной емкости и отсутствию секционных колебаний, может работать при значительно большей скорости развертки, чем система с сердечником.

3) Вес системы без сердечника значительно меньше.

4) Путем распределения витков в секции можно легко получить желаемую форму магнитного поля.

Как недостаток необходимо указать, что изготовление системы без сердечника значительно сложнее, чем системы с железным сердечником.

Отклоняющая система открытого типа питается от оконечного каскада схемы развертки дальности.

Отклоняющая система открытого типа обеспечивает отклонение луча лишь в одном направлении.

УСИЛИТЕЛИ

1. Широкополосный усилитель

На рис. 19 представлена схема широкополосного усилительного каскада. Основное назначение такого каскада — обеспечить неискаженное усиление кратковременных импульсов. Так как спектр частот кратковременных импульсов чрезвычайно широк, то широкополосный усилитель должен равномерно усиливать частоты от самых низких до очень высоких.

Коэффициент усиления усилителя приближенно определяется формулой

$$K = S \cdot R_a$$

где S — крутизна лампы; R_a — сопротивление анодной нагрузки лампы.

Основным недостатком обычных усилителей является снижение усиления на высоких частотах, когда начинает сказываться влияние паразитных емкостей C_p , сопротивление которых при увеличении частоты уменьшается. Поскольку эти емкости шунтируют анодное сопротивление лампы R_a , то коэффициент усиления снижается и уменьшается скорость нарастания фронта импульсов.

Чтобы уменьшить влияние паразитных емкостей, сопротивление R_a берут по возможности меньшим. Но так как при этом снижается

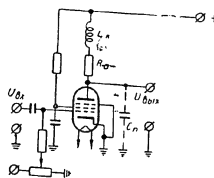


Рис. 19. Схема широкополосного усилителя.

коэффициент усиления во всем диапазоне, то в широкополосных усилителях применяются лампы с большой крутизной S (пентоды), которые могут обеспечить более высокий коэффициент усиления.

Для компенсации шунтирующего влияния паразитных емкостей на высоких частотах последовательно с анодной нагрузкой включается корректирующая индуктивность L_k . Реактивное сопротивление индуктивности увеличивается с увеличением частоты и компенсирует уменьшение сопротивления анодной нагрузки. Этим достигается равномерность частотной характеристики в широком диапазоне частот.

Применение такой схемы (рис. 19) позволяет расширить полосу пропускания усилителя примерно в 1,5 раза.

Усиливаемые сигналы подаются обычно на управляющую сетку лампы, а катод ее заземляется (схема с заземленным катодом). Однако в некоторых случаях, например, если необходимо сохранить полярность сигнала, входное напряжение подается на катод; в этом случае заземляется управляющая сетка (схема с заземленной сеткой).

Чтобы не снижать величину усиления каскада, необходимо, чтобы выходное сопротивление схемы, являющейся источником усиленных импульсов, было значительно меньше, чем входное сопротивление усилителя. Этим обеспечивается максимальная передача импульса на вход усилителя.

В том случае, когда напряжение подается на сетку усилительной лампы, это условие выполняется, поэтому способ такой подачи входного сигнала более эффективен. Подача на катод применяется лишь в тех случаях, когда выходное сопротивление источника сигналов мало.

Характерной особенностью широкополосных усилителей, применяемых в индикаторной аппаратуре, является то, что на их вход всегда подаются односторонние импульсы. Это обуславливает выбор режима работы ламп усилителей. В индикаторной аппаратуре данной станции широкополосные усилители применяются для усиления отметок дальности и азимута, отраженных сигналов и сигналов опознавания. Так как все эти импульсы имеют положительную полярность, то усилители работают в классе усиления АВ, что позволяет лучшим образом использовать характеристику лампы.

2. Катодный повторитель

Катодный повторитель применяется для усиления мощности электрических сигналов с минимальным искажением. Характерная особенность схемы заключается в применении сильной отрицательной обратной связи, так что выходное напряжение полностью подается в противофазе во входную цепь схемы.

Схема простейшего катодного повторителя приведена на рис. 20. Входное напряжение, как и в обычном ламповом усилителе, подается непосредственно на сетку лампы. Сопротивление нагрузки вклю-

чно не в анодную, как в обычном усилителе, а в катодную цепь лампы.

Режим схемы при отсутствии внешних сигналов определяется постоянными напряжениями на сетке E_g , на аноде E_a и в катодной цепи лампы E_k . Эти напряжения определяют начальный анодный ток лампы и, следовательно, начальное значение выходного напряжения на катоде. Подача внешнего сигнала изменяет напряжение на сетке лампы и, следовательно, анодный ток и вызывает изменение напряжения на катодном сопротивлении.

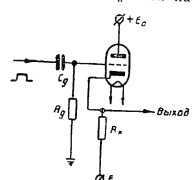


Рис. 20. Схема катодного повторителя.

Нормальный режим схемы катодного повторителя получается в том случае, когда ни при каких значениях напряжений на электродах лампа не запирается и не появляются сеточные токи лампы. Первое условие ограничивает минимальное значение напряжения на сетке лампы. Последнее условие выполнимо, пока напряжение на катоде лампы, а следовательно, на выходе схемы, выше, чем напряжение на сетке лампы. Следовательно, это условие ограничивает максимальное значение напряжения на сетке лампы.

Напряжение на катодном выходе схемы и его изменения определяются анодным током. Как известно, анодный ток лампы зависит от анодного и сеточного напряжений лампы. Для рассматриваемой схемы анодное напряжение можно с достаточной точностью считать постоянным, а сеточное напряжение в схеме определяется разностью напряжений между сеткой и катодом.

Так как подача внешнего сигнала на сетку вызывает одновременно изменение напряжения на катодном сопротивлении, то разность напряжений между сеткой и катодом даже при больших внешних сигналах меняется мало. Это обуславливает низкий коэффициент усиления катодного повторителя.

Расширение области изменения выходного напряжения может быть достигнуто путем увеличения E_a и уменьшения E_k . Однако величины этих напряжений ограничены предельно допустимыми для применяемого типа ламп значениями, поэтому практически единственным допустимым способом увеличения указанных пределов сводится к увеличению сопротивления катодной нагрузки.

Коэффициент усиления K катодного повторителя определяется зависимостью

$$K = \frac{1}{1 + D + \frac{1}{SR_k}},$$

где D — проницаемость лампы;
 S — крутизна ее характеристики;
 R_k — сопротивление нагрузки.

Из приведенной зависимости видно, что для катодного повторителя K всегда меньше единицы. Поэтому амплитуда переменного напряжения на выходе всегда получается меньше, чем на сетке лампы. Коэффициент усиления не является строго постоянным. Входящие в выражение параметры лампы — проницаемость D и в особенности крутизна характеристики S — зависят от анодного тока лампы. Чем ближе коэффициент усиления к единице, тем меньше колебания коэффициента усиления K . Поэтому необходимо применять лампы с возможно большей крутизной характеристики S и достаточно большое сопротивление катодной нагрузки.

Входное сопротивление катодного повторителя очень велико, значительно больше входного сопротивления обычного усилителя. Это объясняется тем, что сопротивление паразитной емкости сетка—катод и утечки, включенной между ними, значительно увеличивается благодаря тому, что напряжение на катоде близко к напряжению на сетке лампы.

Выходное сопротивление лампы, напротив, значительно ниже, чем у обычного усилителя, оно определяется по формуле:

$$R_{вых} \approx \frac{\frac{1}{S} R_k}{\frac{1}{S} + R_k},$$

откуда видно, что выходное сопротивление представляет собой параллельное соединение катодного сопротивления R_k и действующего сопротивления лампы переменному току $\frac{1}{S}$. Так как у ламп, применяемых обычно в схеме катодного повторителя, S больше единицы, то величина $\frac{1}{S}$ получается намного меньше, чем R_k , и, следовательно, выходное сопротивление получается очень малым.

Катодные повторители широко используются для передачи сигналов, особенно при передаче через высокочастотный кабель.

3. Усилитель с обратной связью

Усилитель с обратной связью применяется для безыскаженного усиления пилообразного напряжения развертки в индикаторной аппаратуре. Так как для питания отклоняющих катушек индикаторов необходимо иметь ток пилообразной формы, то задачей данного усилителя является также преобразование пилообразного напряжения в ток пилообразной формы. Схема усилителя с обратной связью приведена на рис. 21.

Отрицательная обратная связь в этой схеме осуществляется путем подачи части выходного напряжения, снимаемого с катодного сопротивления выходной лампы усилителя L_2 , на катод первой усилительной лампы L_1 . Фазы входного напряжения, действующего на

сетке лампы L_1 , и выходного, подаваемого на катод этой лампы, совпадают, поэтому лампа L_1 усиливает не напряжение, поступающее на ее вход, а разность входного и выходного напряжений. Такая схема дает возможность компенсировать искажения формы напряжения, вносимые лампами схемы.

Компенсация искажений входного напряжения происходит следующим образом: пусть вследствие нелинейности характеристики

выходной лампы L_2 форма напряжения в анодной цепи этой лампы искажается. Предположим, что амплитуда этого напряжения несколько уменьшилась. Это искажение повторится на катодном сопротивлении R_k . Напряжение обратной связи, передаваемое на катод лампы L_1 , уменьшится. В результате разность напряжений между сеткой и катодом лампы увеличится, что приведет к увеличению входного напряжения. Таким образом, амплитудные искажения, внесенные лампой, будут скомпенсированы. Точно так же будут скомпенсированы и искажения формы тока.

Если вместо анодной нагрузки выходной лампы этого усилителя включить отклоняющую катушку электроннолучевой трубки, то ток, проходящий через катушку, будет следовать закону нарастания напряжения на катоде этой лампы. Поскольку такая схема дает не искаженное повторение входного напряжения на катоде выходной лампы, то ток, проходящий через катушку L_k , будет повторять эту форму без искажений.

4. Парафазный усилитель с катодной связью

Парафазный усилитель представляет собой схему, позволяющую получить равные по величине и противоположные по полярности напряжения. Схема парафазного усилителя с катодной связью приведена на рис. 22. На вход такой схемы подается напряжение, например пилообразное, имеющее определенную полярность, а с выхода снимаются два усиленных симметричных напряжения.

Схема состоит из двух ламп, одна из которых является усиленной, а другая — инверсной. Обе лампы имеют общее катодное сопротивление R_k . Это сопротивление не шунтируется конденсатором, и лампа L_1 работает подобно катодному повторителю.

При подаче на сетку лампы L_1 пилообразного напряжения оно усиливается этой лампой и с анодной нагрузки будет снято усиленное напряжение с полярностью, противоположной входному. Анодный ток этой лампы протекает через сопротивление R и на нем будет

действовать напряжение, совпадающее по полярности с входным (в этой части схема подобна катодному повторителю).

По так как сопротивление R_k является одновременно и катодным сопротивлением лампы L_2 , то пилообразное напряжение, действующее в ее катодной цепи, будет усиливаться этой лампой и с ее анодной нагрузки будет сняться усиленное напряжение, совпадающее по полярности с напряжением на катодной нагрузке, а следовательно, и с входным.

Через сопротивление R_k протекает анодный ток обеих ламп и при определенной величине R_k падение напряжения на нем будет таково, что между сеткой и катодом каждой из ламп будет действовать напряжение, равное половине входного. Это обеспечивает равные выходные напряжения при выборе одинаковых ламп L_1 и L_2 .

В индикаторной аппаратуре парафазный усилитель применяется для питания отклоняющих катушек электроннолучевой трубки. В этом случае вместо анодных сопротивлений включаются обмотки отклоняющих катушек.

ФИКСИРУЮЩИЕ СХЕМЫ

1. Диодные ограничивающие схемы

Ограничивающие схемы применяются в тех случаях, когда необходимо ограничить амплитуду импульса любой формы на определенном уровне.

Существует большое число схем ограничения при помощи диодов.

На рис. 23 показана схема диодного ограничения положительно-го импульса параллельно включенным диодом.

К аноду лампы L_1 подключен анод ограничивающего диода L_d . На катод диода задается фиксирующее напряжение с движка потенциометра R_2 . Если на вход лампы L_1 подается отрицательный прямоугольный импульс, то на аноде лампы начинает расти напряжение. Скорость нарастания напряжения даже при мгновенном запираании лампы остается конечной, так как зависит от паразитной емкости анодной цепи C_a .

В момент, когда напряжение на аноде лампы L_1 достигает напряжения на катоде диода, последний отпирается и шунтирует лампу L_1 . На аноде диода благодаря его малому внутреннему сопротивлению по сравнению с сопротивлением анодной нагрузки и внутренним сопротивлением лампы, устанавливается напряжение, близкое к напряжению на катоде диода. Вследствие этого напряжение на

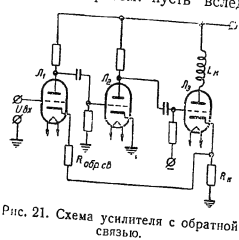


Рис. 21. Схема усилителя с обратной связью.

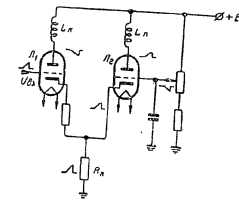


Рис. 22. Схема парафазного усилителя с катодной связью.

аноде лампы L_1 будет практически оставаться неизменным, несмотря на дальнейшее изменение напряжения на сетке лампы. Импульс в анодной цепи будет иметь плоскую вершину независимо от формы импульса, подаваемого на сетку лампы после отпирания диода.

Уровень ограничения определяется потенциалом катода диода и может регулироваться потенциометром R_2 . Фиксирующее напряжение будет тем стабильнее, чем меньше сопротивление потенциометра. Напряжение на катоде диода при отпирании его не остается строго неизменным, а изменяется за счет тока, проходящего через диод. Это изменение будет тем медленнее, чем больше емкость шунтирующая потенциометр. При достаточно большой емкости конденсатора C_1 фиксируемое напряжение будет практически неизменным за время действия импульса, проходящего через диод. Чем меньше этот ток по сравнению с током, проходящим через потенциометр, тем стабильнее фиксируемое напряжение.

Рис. 23. Схема ограничения положительного импульса параллельно включенным диодом.

На рис. 24 показана схема диодного ограничения отрицательного импульса параллельно включенным диодом. В этом случае фиксирующее напряжение задается на анод диода, а катод его соединяется с анодом нормально запертой лампы L_1 .

Если в такой схеме на управляющую сетку лампы L_1 подавать положительные импульсы, то напряжение на аноде лампы начнет уменьшаться. Когда оно достигнет напряжения отпирания диода, диод отпирется и зашунтирует лампу L_1 . На катоде диода, а следовательно, и на задаваемом на анод диода. Импульс в анодной цепи практически будет ограничен уровнем отпирания диода.

Рис. 24. Схема ограничения отрицательного импульса параллельно включенным диодом.

Схема ограничения используется также для уменьшения времени установления. В тех случаях, когда процесс изменения напряжения на аноде лампы определяется паразитной емкостью, изменение напряжения практически прекращается в момент отпирания фиксирующего диода.

Ограничивающие схемы обоих диодов применяются в цепях расширения блоков ПО-02, ПО-03 и ДА-01 для улучшения формы напряжения в интервалах между импульсами схем расширения. Рассматриваемые схемы сокращают время восстановления и увеличивают стабильность работы цепей расширения.

На рис. 25 представлена одна из разновидностей ограничивающей схемы с последовательно включенным диодом.

Постоянные напряжения на катод и анод диода L_2 подаются непосредственно с делителя, а через катодные повторители (лампы L_1 и L_3). Благодаря этому сопротивление делителей напряжения могут быть взяты очень большими, так как проходящий через них ток является постоянным и не зависит от величины подаваемых импульсов.

Постоянная составляющая напряжения на аноде диода может регулироваться потенциометром R_2 . Постоянная составляющая напряжения на катоде диода постоянна и определяется делителем напряжения, состоящим из сопротивлений R_1 и R_2 . Она получается или больше, или равной напряжению на аноде диода, следовательно, диод нормально заперт.

На сетку лампы L_1 подаются импульсы положительной полярности, которые повторяются на катоде этой лампы и, следовательно, на аноде диода с некоторым уменьшением амплитуды. Для того, чтобы эти импульсы передавались на катод лампы L_3 , диод L_2 должен быть отперт.

Диод отпирается во время импульса, когда напряжение на аноде диода превысит напряжение на его катоде. Изменяя начальную разность напряжений между анодом и катодом диода (задавая потенциометром R_2 через катодный повторитель L_1 напряжение на аноде диода L_2), можно установить тот или иной уровень отсеки подаваемого импульса.

Такой способ ограничения части импульса применяется в схемах смешивания и усиления масштабных отсчетов дальности и азимута. В случае, если необходимо полностью отсечь импульсы какой-либо полярности, применяется схема, изображенная на рис. 26 (при указанном включении диода схема предназначена для отсеки отрицательных импульсов, при обратном включении диода могут отсекаются положительные импульсы).

Диод L_1 включен параллельно высокоомному сопротивлению R_1 . Во время отрицательного импульса диод отпирается и шунтирует сопротивление R_1 .

Рис. 25. Схема ограничения последовательно включенным диодом.

Амплитуда положительных импульсов определяется отношением сопротивлений

$$\frac{R_1}{R_2},$$

так как диод в это время заперт.

Амплитуда отрицательных импульсов определяется отношением сопротивлений,

$$\frac{R_{\text{диод}}}{R_2},$$

где $R_{\text{диод}}$ — сопротивление открытого диода.

Так как последовательное сопротивление R_2 намного больше сопротивления диода, то на выходе схемы получатся большие по амплитуде положительные импульсы и ничтожно малые отрицательные, причем чем меньше сопротивление диода, тем они меньше.

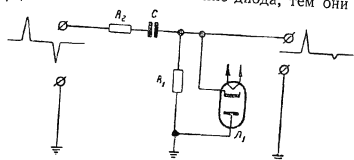


Рис. 26. Схема для отсекания отрицательных импульсов.

Такие схемы применяются в цепях, дающих двусторонний импульс, как, например, в схемах формирования запирающих импульсов (бланков) азимута в индикаторах ВО-01 и НО-02.

2. Схема восстановления постоянной составляющей

Схемы восстановления постоянной составляющей применяются для фиксации начального напряжения в цепях с разделительными конденсаторами на каком-либо уровне, устанавливаемом независимо от величины передаваемых импульсов.

Для того, чтобы иметь независимый уровень постоянных напряжений в различных точках схемы, элементы схем связываются через разделительные конденсаторы, пропускающие только переменное напряжение (рис. 27). Это особенно необходимо в усилителях

Конденсатор пропускает только переменную составляющую напряжения и изменяет свой заряд в соответствии со значением постоянной составляющей передаваемого напряжения. При этом сменная составляющая, как показано на эпорах, приведенных на рис. 28.

До прихода на вход схемы положительного импульса конденсатор заряжен напряжением E_0 , а напряжение на сопротивлении R равно нулю. С приходом импульса, поскольку конденсатор не может мгновенно зарядиться, напряжение на сопротивлении R резко

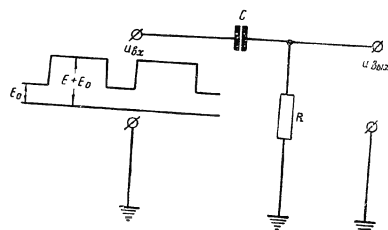


Рис. 27. Схема передачи положительных импульсов без восстановления постоянной составляющей.

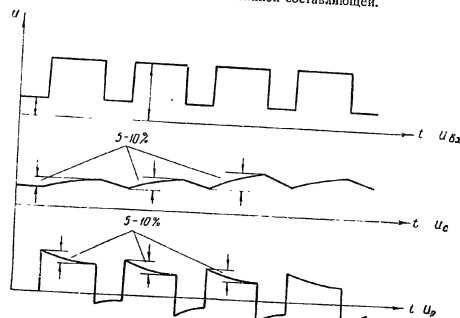


Рис. 28. Эпюры напряжений в схеме передачи положительных импульсов без восстановления постоянной составляющей.

увеличивается на величину амплитуды импульса E . Затем конденсатор начинает заряжаться через сопротивление R . Постоянная времени заряда конденсатора равна CR и обычно превышает длительность импульса не менее, чем в 10—20 раз. Поэтому на протяжении длительности импульса конденсатор успеет зарядиться на 5—10% от амплитуды импульса E . Напряжение на сопротивлении при этом

уменьшается на величину, равную приросту напряжения на конденсаторе. По окончании действия положительного импульса на сопротивлении R окажется отрицательное напряжение. В промежутке между импульсами конденсатор разряжается, но если время между импульсами меньше, чем длительность импульса, то конденсатор не успеет разрядиться до первоначального напряжения E_0 и на сопротивлении R к приходу следующего положительного импульса останется некоторое отрицательное напряжение. Поэтому к приходу следующего импульса начальный уровень изменится и станет ниже. Такое понижение начального уровня будет происходить до тех пор, пока конденсатор не зарядится на величину постоянной составляющей импульса, при этом начальный уровень станет ниже на величину постоянной составляющей.

Для того, чтобы зафиксировать определенный уровень постоянного напряжения за раздельным конденсатором, необходимо применить схему восстановления постоянной составляющей (схему фиксации уровня точки рис. 29). На рис. 30 изображены эпюры

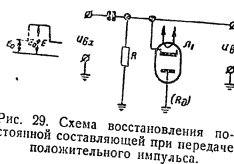


Рис. 29. Схема восстановления постоянной составляющей при передаче положительного импульса.

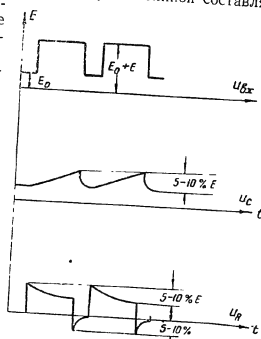


Рис. 30. Эпюры напряжений в схеме восстановления постоянной составляющей при передаче положительного импульса.

напряжений для случая передачи положительного импульса в такой схеме.

Во время действия на входе схемы положительного импульса диод D_1 заперт.

По окончании действия положительного импульса на сопротивлении R и на катоде диода окажется отрицательное напряжение, вследствие чего диод откроется и ускорит разряд конденсатора.

Конденсатор при правильной работе схемы быстро разрядится через диод. Таким образом, к приходу следующего импульса напряжение на конденсаторе будет равным E_0 , т. е. будет фиксировано снова равно нулю.

Аналогичная схема для передачи отрицательного импульса приведена на рис. 31, а эпюры напряжений в этой схеме — на рис. 32. При прохождении отрицательного импульса конденсатор зарядится, вследствие чего на аноде диода по окончании действия импульса потенциал будет выше, чем на катоде. Диод откроется и конденсатор быстро разрядится через диод. На сопротивлении R установится первоначальный уровень напряжения.

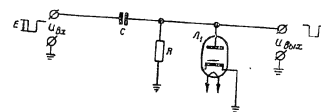


Рис. 31. Схема восстановления постоянной составляющей при передаче отрицательного импульса.

Постоянная времени разряда должна быть подобрана такой, чтобы к приходу следующего импульса конденсатор успел разрядиться. Если начальный уровень напряжения должен отличаться от нуля, как, например, в схеме усилителей, то используют делитель, задающий величину этого уровня.

На рис. 33 представлена схема восстановления постоянной составляющей с отрицательным опорным уровнем.

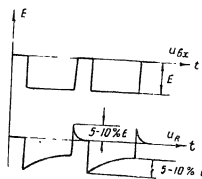


Рис. 32. Эпюры напряжений в схеме восстановления постоянной составляющей при передаче отрицательного импульса.

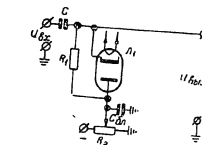


Рис. 33. Схема восстановления постоянной составляющей с отрицательным опорным уровнем.

Потенциометр R_2 , задающий опорное напряжение, шунтируется конденсатором. Последний необходим при разряде конденсатора через диод. Без конденсатора постоянная времени определялась бы сопротивлением потенциометра. Вследствие этого его сопротивление пришлось бы взять очень малым, чтобы цепь разряда конденсатора имела возможно более низкое сопротивление, что привело бы к большому потреблению тока от источника опорного напряжения.

Схемы восстановления постоянной составляющей находят себе применение в индикаторной аппаратуре в схемах разверток дальности, угла поворота антенны, в схемах смещения масштабных отсчетов и др.

ГЕНЕРАТОРЫ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ

1. Симметричный генератор управляющих импульсов (триггер)

На рис. 34 представлена схема симметричного генератора управляющих импульсов. Цепи симметричного генератора управляющих импульсов не содержат других элементов, кроме сопротивлений.

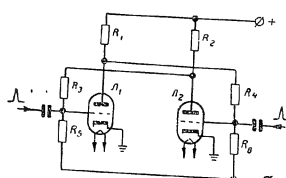


Рис. 34. Схема симметричного генератора управляющих импульсов.

Симметричный генератор управляющих импульсов в зависимости от амплитуды и знака внешних напряжений, подаваемых на сетки ламп, может находиться в двух состояниях равновесия:

- если на сетку лампы L_1 ранее был подан положительный импульс достаточной амплитуды, то лампа L_1 будет открыта, а лампа L_2 закрыта;
- если на сетку лампы L_2 ранее был подан отрицательный импульс достаточной амплитуды, то лампа L_2 будет открыта, а лампа L_1 закрыта.

Обычно в схеме генератора управляющих импульсов сопротивления R_1 берется равным R_2 , R_3 — равным R_4 , R_5 равным R_6 , так что обе лампы находятся в одинаковых условиях.

Сопротивления делителя R_1 и R_6 выбираются так, чтобы при запертой лампе L_1 на сетку лампы L_2 задавалось положительное напряжение. Тогда в лампе появится сеточный ток и напряжение на сетке лампы будет фиксироваться около нуля, так как сопротивление делителя R_6 окажется шунтированным очень малым сопротивлением сетка—катод лампы. Это обеспечивает малую зависимость напряжения на сетке L_2 , а следовательно, и на ее аноде от отклонений сопротивлений R_1 и R_6 от выбранных значений.

Кроме этого, соотношение сопротивлений R_1 и R_6 делителя должно быть таким, чтобы при открытой лампе L_1 на сетке лампы L_2 было отрицательное напряжение, достаточное для запертия этой лампы.

Таким же условия накладываются на соотношение сопротивлений делителя R_3 и R_4 .

Симметричный генератор управляющих импульсов всегда находится в одном из двух возможных устойчивых состояний равновесия. Переход генератора управляющих импульсов из одного состояния равновесия в другое происходит следующим образом. Предпо-

ложим, что лампа L_1 заперта. Тогда лампа L_2 будет открыта. На сетку лампы L_1 из внешней цепи приходит положительный импульс и отпирает лампу L_1 , напряжение на аноде этой лампы начинает падать, что приводит к уменьшению положительного потенциала на сетке второй лампы. Это, в свою очередь, приводит к увеличению положительного потенциала на сетке лампы L_1 и т. д.

Процесс этот протекает лавинообразно и заканчивается полным отпиранием лампы L_1 и запираем лампу L_2 . Для обратного перехода необходимо подать на сетку лампы L_2 положительный импульс (или на сетку лампы L_1 — отрицательный). В результате возникнет новый лавинообразный процесс, который закончится отпиранием второй и запираем первой лампы.

Эпюры напряжений в схеме симметричного генератора управляющих импульсов показаны на рис. 35.

Параллельно сопротивлениям R_2 и R_4 часто включают конденсаторы небольшой емкости, чтобы увеличить крутизну фронта импульсов при переходе генератора управляющих импульсов из одного состояния равновесия в другое. При этом увеличивается надежность срабатывания схемы, а переход становится более резким.

Схема симметричного генератора управляющих импульсов применяется в индикаторной аппаратуре станции в каскадах формирования запирающих импульсов (бланка).

2. Генератор управляющих импульсов (триггер) уровня

На рис. 36 представлена схема генератора управляющих импульсов уровня (или полупериодного мультивибратора). Эта схема так же, как и схема симметричного мультивибратора, имеет два устойчивых состояния равновесия, но в отличие от последней подача отпирающего напряжения производится в этой схеме только на сетку лампы L_1 и срабатывание происходит на определенном уровне отпирающего напряжения. Эпюры напряжений в этой схеме приведены на рис. 37.

До подачи отпирающего напряжения лампа L_2 открыта, что обеспечивает подбором сопротивлений R_1 , R_3 , R_4 . Ток этой лампы, протекая через общее катодное сопротивление обеих ламп R_5 , повышает напряжение на нем так, что лампа L_1 оказывается запертой в состоянии равновесия. Схема находится в одном из устойчивых состояний равновесия.

На сетку L_1 подается постепенно нарастающее напряжение (в индикаторной аппаратуре станции синусоидальное). Когда это напряжение достигнет потенциала отпирания этой лампы, лампа L_1 откроется, напряжение на ее аноде упадет. Это вызовет запертие лампы L_2 , ток лампы L_2 прекратится и напряжение на общем катодном сопротивлении R_5 уменьшится, и напряжение на общем катодном сопротивлении R_5 уменьшится, что будет поддерживать лампу L_1 в открытом состоянии. Процесс происходит лавинообразно и заканчивается полным запираем лампы L_2 и отпиранием лампы L_1 , т. е. схема переходит в другое устойчивое состояние равновесия.

Если бы напряжение на сетке лампы L_1 оставалось неизменным, то схема могла бы оставаться в этом положении сколь угодно дол-

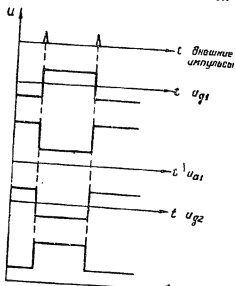


Рис. 35. Эпюры напряжений в схеме симметричного генератора управляющих импульсов.

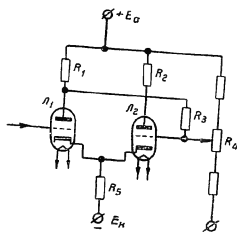


Рис. 36. Схема генератора управляющих импульсов уровня.

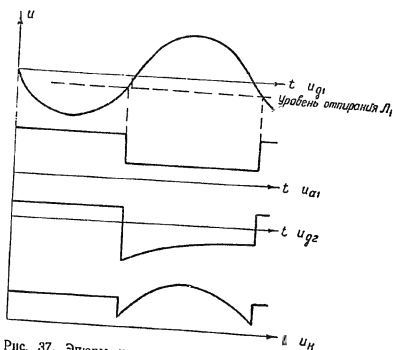


Рис. 37. Эпюры напряжений в схеме генераторов управляющих импульсов уровня.

го. Но так как в аппаратуре станции на схему подается синусоидальное напряжение, то в какой-то момент это напряжение понизится настолько, что не сможет поддерживать лампу L_1 в открытом со-

стоянии. Это произойдет на уровне несколько ниже, чем отпирание лампы L_1 . При этом лампа L_1 заперется, напряжение на ее аноде возрастет и отогреет лампу L_2 . Ток лампы L_2 поднимет напряжение на катоде, что обеспечит окончательное заперение лампы L_1 . Процесс происходит лавинообразно и заканчивается переходом схемы в исходное устойчивое состояние равновесия.

Уровень, при котором происходит срабатывание схемы, т. е. отпирание лампы L_1 , зависит от напряжения на общем катодном сопротивлении, а это напряжение, в свою очередь, зависит (при постоянной величине катодного сопротивления) от тока лампы L_2 . Ток лампы L_2 , когда она находится в открытом состоянии, можно регулировать изменением постоянного смещения на ее сетке потенциометром R_4 . Таким образом, потенциометром R_4 выбирается необходимый уровень срабатывания генератора управляющих импульсов уровня.

Схема генератора управляющих импульсов уровня применяется в индикаторной аппаратуре станции в случаях необходимости резкого выделения момента, когда изменяющееся напряжение достигнет определенного значения.

3. Схема расширения (кипп-реле) со смешанной связью

Схема расширения (однопериодный мультивибратор) со смешанной связью служит для получения П-образных импульсов стабильной регулируемой длительности в случаях необходимости заполнения, достигающим 95%.

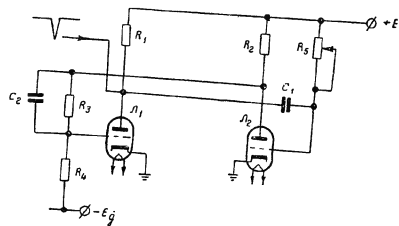


Рис. 38. Схема расширения со смешанной связью.

На рис. 38 представлена схема расширения со смешанной связью — одной емкостной и одной прямой связями. Эпюры напряжений в такой схеме приведены на рис. 39.

Схема имеет два состояния равновесия: устойчивое и временно устойчивое.

При отсутствии внешних синхронизирующих импульсов схема расширения находится в длительно устойчивом состоянии.

чительно меньше сопротивления R_1 . Вследствие этого время восстановления сокращается. В этом случае отрицательный импульс следует снимать с катода катодного повторителя.

Для увеличения крутизны фронта импульса сопротивление R_3 делителя напряжения, состоящего из сопротивлений R_3 и R_4 , шунтируется конденсатором C_2 небольшой емкости, порядка десяти пикофарад.

В тех случаях, когда необходимо минимальное время восстановления (для получения 95%-го заполнения), приходится принимать во внимание влияние паразитных емкостей на качество работы схемы, так как паразитные емкости вызывают увеличение времени срабатывания. В таких случаях применяются диоды в качестве ограничителей перепадов анодного напряжения.

4. Электронное реле (кипп-реле) уровня

Представленная на рис. 41 схема электронного реле уровня, также как и схема расширения, описанная в пункте 3, имеет два состояния равновесия: устойчивое и временно устойчивое. Переход из

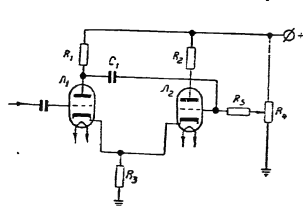


Рис. 41. Схема электронного реле уровня.

Принцип работы схемы заключается в следующем: на сетку лампы L_1 поступает переменное напряжение, например синусоидальное. Сетка лампы L_2 находится под постоянным потенциалом, величина которого задается положением движка потенциометра R_4 , включенного между землей (корпусом) и источником анодного питания. Режим длительно устойчивого состояния равновесия соответствует положению, когда лампа L_2 открыта, а лампа L_1 закрыта. Запирание лампы обуславливается тем, что напряжение на общей катодной нагрузке (сопротивление R_3), определяемое током лампы L_2 , превосходит потенциал записывания лампы L_1 . Величину этого напряжения можно регулировать в широких пределах, задавая различные напряжения на сетку лампы L_2 . Изменение напряжения на сетке лампы L_2 воспроизводится на катодной нагрузке, так как при за-

пертой лампе L_1 лампа L_2 работает в режиме обычного катодного повторителя.

При возрастании внешнего напряжения на сетке лампы L_1 в лампе возникает ток. Уровень внешнего напряжения, при котором начинает проходить ток через лампу L_1 , определяется уровнем напряжения на сетке лампы L_2 , устанавливаемым движком потенциометра.

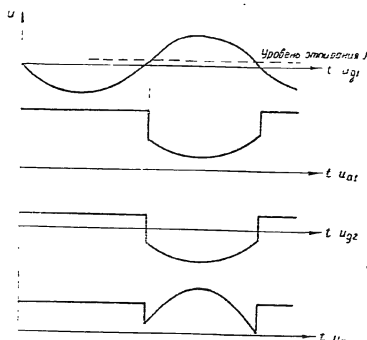


Рис. 42. Эпюры напряжений в схеме электронного реле уровня.

При отпирании лампы L_1 начнет понижаться напряжение на ее аноде. Отрицательный перепад напряжения на аноде лампы L_1 передается через конденсатор C_1 на сетку лампы L_2 и вызывает уменьшение ее анодного тока. Состояние, при котором оба триода открыты, является неустойчивым, так как уменьшение тока лампы L_2 под действием отрицательного перепада напряжения на аноде лампы L_1 вызовет уменьшение напряжения на общем катодном сопротивлении, что приведет к увеличению тока первой лампы L_1 . Последнее, в свою очередь, вызовет дальнейшее уменьшение напряжения на аноде лампы L_1 и увеличение отрицательного напряжения на сетке лампы L_2 . Процесс этот нарастает лавинообразно и заканчивается полным записыванием лампы L_2 и отпиранием лампы L_1 .

Длительность импульса электронного реле уровня зависит не от постоянной времени цепи разряда конденсатора C_1 , а от формы внешнего напряжения. По мере разряда конденсатора C_1 ток разряда уменьшается, что, в свою очередь, приводит к уменьшению отрицательного напряжения на сопротивлении R_3 , поддерживающего

лампу L_2 в запертом состоянии. Когда отрицательное напряжение на сопротивлении R_3 уменьшится и будет недостаточным для задержания лампы L_2 , то лампа будет поддерживаться в запертом состоянии падением напряжения на катодном сопротивлении R_3 , обусловленным током, проходящим через лампу L_1 под действием внешнего напряжения, подаваемого на ее сетку.

Переход схемы из одного состояния равновесия в другое произойдет тогда, когда внешнее напряжение упадет до уровня, близкого к уровню, соответствующему срабатыванию электронного реле уровня.

Когда напряжение на сетке лампы L_1 , а следовательно, и на катоде упадет, то через лампу L_1 вновь пойдет анодный ток, который увеличит падение напряжения на сопротивлении R_3 и тем самым начнет задерживать лампу L_1 . Увеличение напряжения на аноде лампы L_1 будет передаваться на сетку лампы L_2 , что приведет к дальнейшему увеличению анодного тока лампы L_2 .

Процесс будет протекать также лавинообразно и закончится задержанием лампы L_1 и отпиранием лампы L_2 . Схема возвращается в исходное состояние.

Постоянная времени в цепи сетки L_2 выбирается такой, чтобы исключить возможность многократного срабатывания электронного реле уровня в то время, пока внешнее напряжение на сетке L_1 нарастает. Многократное срабатывание возможно в том случае, если постоянная времени цепи разряда конденсатора C_1 окажется малой, разряд происходит быстро, напряжение на сетке L_2 повысится, а напряжение на катоде еще не достигнет величины, которая была бы достаточной для поддержания L_2 в запертом состоянии. Тогда L_2 отпирется и схема лавинообразным процессом будет возвращена в исходное состояние. Поскольку напряжение на сетке L_1 выше уровня ее отпирания, лампа L_1 вторично сработает и так далее.

Чтобы обеспечить правильную работу электронного реле уровня, т. е. обеспечить срабатывание его только один раз в определенный момент каждого периода внешнего напряжения, необходимо, чтобы постоянная времени цепи сетки L_2 была больше времени нарастания внешнего напряжения на величину, обеспечивающую надежное задержание лампы L_2 внешним напряжением, поступающим на сетку L_1 .

В то же время, длительность и амплитуда импульса на сетке L_2 не должна быть больше длительности и амплитуды полного периода внешнего напряжения, иначе длительность импульса будет определяться параметрами схемы, а не внешним напряжением. В этом случае схема превращается в схему электронного реле с катодной связью.

ЖДУЩИЙ БЛОКИНГ-ГЕНЕРАТОР

Ждущий блокинг-генератор представляет собой генератор кратковременных импульсов, генерируемых только под воздействием внешних сигналов синхронизации.

150

Схема ждущего блокинг-генератора приведена на рис. 43, а эпюра напряжения на сетке его лампы — на рис. 44.

В анодную и сеточную цепи лампы блокинг-генератора включены две из обмоток блокинг-трансформатора (вторая и третья), что обуславливает жесткую обратную связь анодной и сеточной цепей. Появление тока в одной из обмоток блокинг-трансформатора вызывает появление напряжения на всех обмотках. Знак этих напряжений зависит от направления включения обмоток.

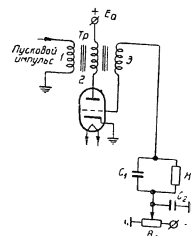


Рис. 43. Схема ждущего блокинг-генератора.

На первую обмотку блокинг-транс-

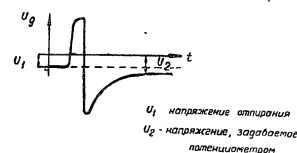


Рис. 44. Эпюра напряжения на сетке ждущего блокинг-генератора.

форматора подается внешний пусковой импульс, который передается на третью обмотку этого трансформатора, подключенную к сетке лампы. Первая и третья обмотки включены так, чтобы внешний пусковой импульс создавал на сетке импульс положительной полярности.

Когда пусковые импульсы отсутствуют, лампа блокинг-генератора заперта отрицательным смещением, задаваемым потенциометром R_2 .

С приходом пускового импульса лампа отпирается и в ее анодной цепи появляется ток. Вторая обмотка блокинг-трансформатора (в анодной цепи лампы) включена таким образом, чтобы увеличение анодного тока, проходящего через эту обмотку, вызывало повышение потенциала на сетке лампы. В этом случае возникновение тока в анодной цепи вызовет повышение потенциала на сетке лампы, что приведет, в свою очередь, к дальнейшему увеличению анодного тока лампы и к повышению потенциала на сетке. Будет происходить лавинообразное нарастание анодного тока и напряжения на обмотках трансформатора. Когда потенциал сетки повысится до потенциала катода, возникнет сеточный ток, который также нарастает лавинообразно. Лавинообразный процесс заканчивается, когда сеточные токи достигают значений анодного тока.

С этим происходят более медленные изменения анодного тока и напряжений на обмотках трансформатора. Сеточный ток заряжает конденсатор C_1 .

Увеличение заряда конденсатора C_1 вызывает понижение потенциала сетки. Рабочая точка на динамической характеристике лам-

151

пы смещается, достигая через некоторый промежуток времени участка, где вновь появляются условия для лавинообразного изменения токов и напряжений. Анодный ток начинает уменьшаться. Уменьшение анодного тока вызывает понижение потенциала сетки лампы, что приводит к дальнейшему уменьшению анодного тока лампы и, в свою очередь, к дальнейшему понижению потенциала сетки. Происходит лавинообразный процесс, приводящий к полному запариванию лампы.

На сетке лампы остается большое отрицательное напряжение, обусловленное зарядом конденсатора C_1 . Затем конденсатор C_1 медленно разряжается через сопротивление R_1 . Сетка лампы через промежуток времени, приблизительно определяемый постоянной времени $R_1 C_1$, приобретает начальный потенциал, задаваемый потенциометром R_2 .

Лампа остается запортой до момента прихода следующего пускового импульса.

Постоянная времени $C_1 R_1$ в цепи сетки выбрана такой, чтобы обеспечивалось полное установление схемы к моменту прихода очередного пускового импульса. Величина постоянной времени $C_1 R_1$ обуславливает максимальную частоту пусковых импульсов.

Длительность импульсов блокинг-генератора определяется в основном параметрами блокинг-трансформатора. Длительность импульсов в индикаторной аппаратуре составляет 0,8—1,2 мксек.

Если отрицательное запирающее смещение на сетке лампы блокинг-генератора отсутствует (движок потенциометра R_2 стоит в крайнем левом положении), то схема, приведенная на рис. 43, превращается в схему самовозбуждающегося блокинг-генератора. Формирование импульсов происходит в такой схеме так же, как и в схеме ждущего блокинг-генератора. Однако генерирование импульсов может происходить без воздействия внешних сигналов. По окончании действия импульса лампа остается запортой некоторое время вследствие падения напряжения на сеточном сопротивлении, обусловленном током разряда конденсатора C_1 . Это напряжение убывает по экспоненциальному закону, по мере разряда конденсатора C_1 .

Если пусковые импульсы отсутствуют, то через промежуток времени, приблизительно определяемый постоянной времени $C_1 R_1$, напряжение на сетке достигнет потенциала отпирания лампы, лампа отпирается, в анодной цепи возникает ток и происходит формирование импульса, как и в схеме ждущего блокинг-генератора. Таким образом, частота генерирования импульсов самовозбуждающегося блокинг-генератора определяется постоянной времени сеточной цепи. Эюра напряжения на сетке самовозбуждающегося блокинг-генератора приведена на рис. 45.

Если на обмотку трансформатора подаются пусковые импульсы, частота которых несколько выше или приблизительно кратна частоте самовозбуждающегося блокинг-генератора, то лампа блокинг-генератора отпирается пусковым импульсом раньше, чем напряжение на сетке лампы достигнет напряжения отпирания лампы.

152

В зависимости от соотношения амплитуды импульса синхронизации и напряжения на конденсаторе схема генерирует импульсы либо с приходом каждого пускового импульса, либо с периодом, кратным интервалу времени между двумя импульсами синхронизации.

На рис. 46 изображена эюра напряжения генерируемых импульсов с соотношением периодов 3:1.

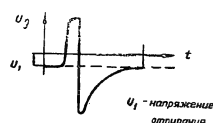


Рис. 45. Эюра напряжения на сетке самовозбуждающегося блокинг-генератора.

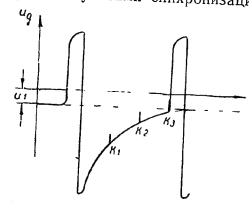


Рис. 46. Эюра напряжения на сетке самовозбуждающегося блокинг-генератора с внешней синхронизацией. U_1 — напряжение отпирания, K_1, K_2, K_3 — импульсы синхронизации.

СХЕМА ЗАДЕРЖКИ (ФАНТАСТРОН)

Схема задержки предназначена для создания кратковременного импульса напряжения, задержанного во времени относительно пускового импульса, подаваемого на вход схемы. В схеме задержки по типу фантастрона, применяемой в индикаторной аппаратуре станций, применен пентатриод 6А7 (рис. 47).

Эта лампа имеет пять сеток, из которых две — сетка 1 и сетка 3 — являются управляющими. Сетка 1 имеет большее управляющее влияние на ток лампы, так как она расположена ближе к катоду; сетка 3 является дополнительной. Сетки 2 и 4 соединены между собой внутри лампы. Они являются экранирующими сетками и на них подается высокое положительное напряжение. Сетка 5 — защитная и в схеме соединяется с катодом. Наличие двух управляющих сеток делает возможным такой режим работы лампы, когда напряжение на сетке 1 положительно относительно катода и лампа отперта, но напряжение на сетке 3 относительно катода отрицательно и анодного тока лампы нет. Весь ток лампы в этом случае проходит через экранирующие сетки 2—4.

На рис. 48 представлена схема задержки. Она состоит из трех ламп (часто считают, что в схему задержки входит также выходной блокинг-генератор, формирующий кратковременный импульс большой амплитуды, являющийся задержанным пусковым импульсом). Основным является лампа L_1 . Лампа L_2 является диодом, фиксирующим напряжение на аноде лампы L_1 , когда анодного тока лампы

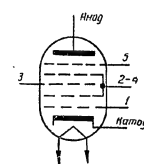


Рис. 47. Схема пентатрида 6А7.

153

L_1 нет; при этом через сопротивление R_4 , диод L_2 и сопротивления R_5 и R_6 протекает ток, который устанавливает определенный потенциал на аноде L_1 . Это падение напряжения зависит от потенциала катода диода L_2 и может регулироваться потенциометром R_9 . Лампа L_2 — катодный повторитель.

До подачи пусковых импульсов на сетке 1 лампы L_1 устанавливается положительное напряжение относительно катода. Это обусловлено подключением сопротивления утечки сетки R_3 к источнику анодного напряжения. Через катодное сопротивление R_6 течет ток, устанавливающий на катоде L_1 положительное напряжение.

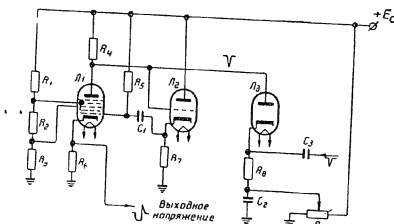


Рис. 40. Схема задержки (фантастрон).

Режим лампы L_1 зависит от потенциалов на экранирующей и дополнительной управляющей сетках. Эти потенциалы устанавливаются делителем напряжения, состоящим из сопротивлений R_1 , R_2 и R_3 . Напряжение на сетке 3 выбирается таким, чтобы напряжение на катоде L_1 до подачи пускового импульса было больше, чем напряжение на сетке 3 на величину, достаточную для запирающего анодного тока лампы. Анодного тока нет. Напряжение на аноде определяется положением движка потенциометра R_9 .

На сетку катодного повторителя L_2 подается напряжение с анода лампы L_1 . Так как лампа L_1 по анодному току заперта, то на сетке катодного повторителя, а следовательно, и на катодном сопротивлении R_6 устанавливается высокое положительное напряжение. Конденсатор C_1 заряжается до напряжения, близкого к разности между напряжением на сетке 1 лампы L_1 и напряжением на катоде L_2 , определяемом в конечном счете потенциометром R_9 .

Отрицательный пусковой импульс поступает через диод L_2 , вызывает уменьшение тока лампы L_1 , протекающего через катодное сопротивление R_6 , а следовательно, и уменьшение напряжения на катоде L_1 . Амплитуда пускового импульса должна быть достаточной, чтобы падение напряжения на катоде L_1 вызвало отпирание по дополнительной сетке 3 и появление анодного тока L_1 .

Появление анодного тока вызывает уменьшение напряжения на аноде L_1 , это уменьшение напряжения через катодный повторитель L_2 и конденсатор C_1 снижает напряжение на сетке 1, еще больше уменьшая напряжение на катоде, что, в свою очередь, поддерживает увеличение анодного тока и уменьшение анодного напряжения. Процесс этот протекает лавинообразно и заканчивается, когда установится равновесие между приращением анодного тока и уменьшением общего тока.

Конденсатор C_1 начинает медленно разряжаться через сопротивление R_7 , корпус, источник анодного питания и сопротивление R_8 . По мере разряда конденсатора напряжение на сетке 1 лампы L_1 повышается. В это время лампа L_1 работает как усилитель и повышение напряжения на управляющей сетке вызывает соответствующее дальнейшее увеличение анодного тока и понижение напряжения на аноде. Процесс разряда конденсатора C_1 продолжается до тех пор, пока вследствие перераспределения электронного потока между экранирующей сеткой 2—4 и анодом лампы L_1 не прекратится увеличение анодного тока. Скорость разряда конденсатора определяется величиной динамической емкости конденсатора C_1 , которая, в свою очередь, определяется коэффициентом усиления лампы L_1 .

После этого снова возникают условия для лавинообразного процесса.

Анодный ток лампы L_1 уменьшается. Это вызывает увеличение напряжения на аноде, а следовательно, и на сетке 1 лампы L_1 . Повышение напряжения на сетке 1 вызывает увеличение напряжения на катоде, что еще сильнее запирает анодный ток лампы. В результате этого лавинообразного процесса анодная цепь лампы L_1 полностью запирается.

При этом напряжение на аноде повышается до первоначального значения, устанавливаемого потенциометром R_9 ; повышается и напряжение на катоде катодного повторителя L_2 . Конденсатор C_1 заряжается интенсивным сеточным током лампы L_1 через катодный повторитель L_2 , промежуток сетка—катод лампы L_1 и сопротивление R_6 . Поскольку сопротивления цепи заряда малы, то заряд конденсатора, а следовательно, восстановление схемы в исходное состояние происходит весьма быстро. Скорость скачкообразных изменений напряжения в схеме определяется паразитными емкостями схемы.

Выходной импульс снимается с катода лампы L_1 . Участок спада этого импульса запускает ждущий блокинг-генератор, который вырабатывает импульс, задержанный относительно пускового на время длительности импульса схемы задержки. Регулировка величины задержки производится изменением длительности импульса схемы задержки. Это осуществляется потенциометром R_9 , который через диод L_2 регулирует величину напряжения на аноде запертой лампы L_1 , а следовательно, величину напряжения, до которого заряжается конденсатор C_1 в промежутках между импульсами. Так как конденсатор C_1 разряжается во время импульса с почти постоянной скоростью до одного и того же потенциала, то изменение величины заряда конденсатора вызывает изменение длительности

сти импульса. Изменения амплитуды импульса связаны с изменением величины напряжения на движке потенциометра почти идеальной линейной зависимостью.

Эпо́ры напряжений в схеме фантастрона приведены на рис. 49.

ГЕНЕРАТОР ПИЛООБРАЗНОГО НАПРЯЖЕНИЯ СО СЛЕДЯЩЕЙ СВЯЗЬЮ

Для создания пилообразного напряжения развертки в индикаторной аппаратуре применяется генератор со следящей обратной связью.

На рис. 50 представлена простейшая схема генератора пилообразного напряжения. Как видно из схемы, при отсутствии сигнала лампа L_1 отперта, так как ее сетка соединена с источником анодного питания через высокоомное сопротивление R_1 . Напряжение на анод лампы L_1 подается через высокоомное сопротивление R_2 .

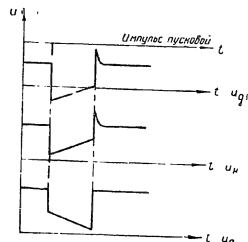


Рис. 49. Эпо́ры напряжений в схеме фантракста.

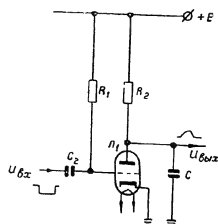


Рис. 50. Схема простейшего генератора пилообразного напряжения.

На аноде лампы, а следовательно, и на конденсаторе фиксируется постоянное напряжение. Поскольку лампа полностью отперта, величина этого напряжения незначительна.

Когда на сетку лампы L_1 поступает отрицательный прямоугольный импульс, лампа запирается и конденсатор начинает заряжаться через сопротивление R_2 . Напряжение на конденсаторе увеличивается, стремясь достигнуть потенциала источника анодного питания. Величина тока заряда конденсатора определяется величиной сопротивления R_2 и разностью потенциалов между напряжением источника анодного питания и напряжением на конденсаторе. В описываемой схеме эта разность по мере заряда конденсатора уменьшается и, следовательно, уменьшается зарядный ток. Напряжение на конденсаторе нарастает по экспоненциальному закону. Постоянная времени цепи заряда определяется величиной сопротивления R_2 и емкостью конденсатора C .

С прекращением действия на сетке лампы отрицательного импульса лампа отпирается и конденсатор C разряжается через лампу. Постоянная времени в этом случае будет определяться сопротивлением лампы L_1 и емкостью конденсатора C . Поскольку сопротивление R_2 всегда во много раз больше сопротивления отпертой лампы L_1 , то разряд конденсатора протекает значительно быстрее его заряда. На рис. 51 приведены эпо́ры напряжений на входе схемы и на конденсаторе C .

Обычно в индикаторных устройствах станции требуется большая линейность пилообразного напряжения. В описанной схеме нелинейность выходного напряжения значительно больше допустимой. Увеличить линейность можно двумя способами.

Поскольку рост напряжения между обкладками конденсатора подчиняется в начале заряда почти линейному закону, то заряд конденсатора можно ограничить начальным участком и получить достаточно линейно возрастающее напряжение. Такой способ повышения линейности весьма неэффективен, так как коэффициент использования питающего напряжения очень низок (3—5%).

Второй способ заключается в заряде конденсатора током постоянной величины. Это можно осуществить в схеме со следящей емкостной связью, изображенной на рис. 52. Эпо́ры напряжений в этой схеме показаны на рис. 53.

Последовательно с зарядным сопротивлением R_2 в этой схеме включен диод (лампа L_2), заряд конденсатора производится через сопротивление R_2 и диод. Катод диода связывается через конденсатор C_1 с выходным катодным повторителем пилообразного напряжения лампой L_3 .

Емкость конденсатора C_1 в 80—100 раз больше, чем емкость конденсатора C . Конденсатор C_1 заряжается через диод (лампа L_2) до напряжения источника питания и при заряде и разряде конденсатора C не успевает сколько-нибудь заметно изменить свой заряд, так как его емкость значительно больше емкости конденсатора C .

Разрядная лампа L_1 нормально отперта, так как на ее сетку подано положительное напряжение. При этом напряжение на ее ано-

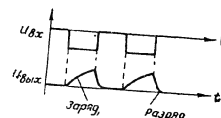


Рис. 51. Эпо́ры напряжений в схеме простейшего генератора пилообразного напряжения.

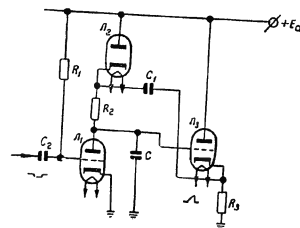


Рис. 52. Схема генератора пилообразного напряжения со следящей емкостной связью.

де и, следовательно, на конденсаторе C и на сопротивлении R_2 катодного повторителя очень мало. Напряжение на сопротивлении R_2 определяется разностью потенциалов на катоде лампы L_2 и на аноде разрядной лампы L_1 .

Когда на сетку лампы L_1 поступает отрицательный прямоугольный импульс, лампа L_1 запирается и конденсатор C начинает заряжаться через лампу L_2 и сопротивление R_2 . Напряжение на конденсаторе C растет, что вызывает увеличение напряжения на катодном сопротивлении R_2 лампы L_2 . Так как емкость конденсатора C_1

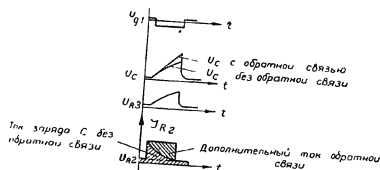


Рис. 53. Эпюры напряжений в схеме генератора пилообразного напряжения со следящей емкостной связью.

очень велика, то при повышении напряжения на сопротивлении R_2 его заряд практически не изменяется и увеличение напряжения полностью передается на катод диода, который ранее имел потенциал источника питания. Потенциал катода диода становится выше потенциала анода вследствие подачи на него дополнительного напряжения через конденсатор C и диод запирается. Всякое последующее увеличение напряжения на конденсаторе C , а следовательно, и на аноде лампы L_1 , сопровождается таким же увеличением напряжения на катоде диода L_2 .

Таким образом, напряжение на сопротивлении R_2 , определяемое разностью потенциалов на аноде лампы L_1 и на катоде лампы L_2 , остается все время постоянным и равным первоначальному напряжению на этом сопротивлении. Это обеспечивает постоянство тока, заряжающего конденсатор C , что обуславливает линейный закон изменения напряжения на конденсаторе C .

Линейность пилообразного напряжения можно регулировать изменением величины компенсирующего напряжения, снимаемого с катода лампы катодного повторителя. В этих случаях сопротивление R_2 выполняется в виде потенциометра, движок которого связан с конденсатором C . В зависимости от положения движка потенциометра на катод диода (лампы L_2) будет подаваться то или иное значение компенсирующего напряжения, определяющее изменение во времени зарядного тока и, следовательно, форму пилообразного напряжения.

ГЕНЕРАТОР СИНУСОИДАЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ С КАТОДНОЙ СВЯЗЬЮ

В генераторе с катодной связью синусоидальные колебания (на частоте анодного контура) возникают благодаря тому, что контур шунтирован отрицательным сопротивлением, роль которого выполняет двойной триод с цепью катодной связи. Принципиальная схема генератора с катодной связью изображена на рис. 54.

Постоянные значения напряжений, задаваемые на сетки ламп с делителя напряжения, определяют режим каждой из ламп.

Переменное синусоидальное напряжение с контура на сетку лампы L_1 подается через конденсатор C . Если это напряжение невелико, то оно будет воспроизведено почти без искажений на катоде лампы L_1 и передано через сопротивление связи R на катод лампы L_2 . Это напряжение так управляет током лампы L_2 , что в контуре устанавливаются незатухающие колебания. Действительно, увеличение напряжения на контуре повышает напряжение на сетке L_1 . Это вызывает увеличение напряжения на катоде L_1 , и через сопротивление катодной связи R — на катоде L_2 . При повышении напряжения на катоде анодный ток лампы L_2 уменьшается. Это приводит к увеличению напряжения на контуре; уменьшение же напряжения на контуре вызывает через цепь катодной связи увеличение анодного тока лампы L_2 и, следовательно, уменьшение напряжения на контуре.

Таким образом, в данной схеме действует положительная обратная связь, благодаря которой в контур вносится дополнительная энергия, поддерживающая колебания. Величина вносимой в контур энергии в основном определяется сопротивлением связи R и выбирается такой, чтобы за полный период колебания в контур вносилось больше энергии, чем рассеивается в нем.

При малых амплитудах колебаний лампа L_1 работает без отсечки и энергия вносится в контур в течение всего периода соответственно закону изменения напряжения на контуре.

Если амплитуда колебаний контура велика, то лампа L_1 начнет работать с отсечкой и будет заперта некоторую часть отрицательного полупериода. В этом случае, когда лампа L_1 заперта, энергия в контур не может вноситься.

Пока амплитуда колебаний мала, вносимая в контур энергия обеспечивает непрерывный рост амплитуды (лампа L_1 открыта в течение всего периода). По мере возрастания амплитуды колебаний угол отсечки анодного тока лампы L_1 растет. При этом энергия, вносимая в контур за один период колебаний, уменьшается. Когда

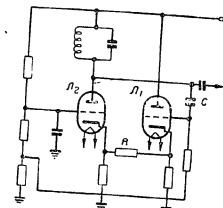


Рис. 54. Схема генератора с катодной связью.

энергия, вносимая в контур, становится равной рассеиваемой энергии, рост амплитуды колебаний прекращается. Устанавливаются незатухающие колебания с постоянной амплитудой.

Отличительной особенностью описанной схемы является отсутствие реактивных элементов (емкостей или индуктивностей) в цепи обратной связи. Это уменьшает влияние цепи обратной связи на частоту контура, вследствие чего повышается стабильность частоты генерируемых колебаний. Схема генератора с катодной связью отличается от других простейших схем отсутствием резких изменений тока, проходящего через контур, за период (например, из-за сеточных токов). Это определяет малое отклонение формы напряжения на контуре от синусоиды.

КАТОДНЫЙ ДЕТЕКТОР

Катодный детектор в отличие от обычного диодного детектора не нагружает цепь, напряжение которой детектируется. Заряд накопительного конденсатора детектора осуществляется не за счет нагрузки цепи переменного тока, а за счет анодного тока лампы. Принципиальная схема катодного детектора изображена на рис. 55.

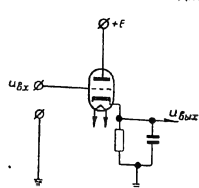


Рис. 55. Схема катодного детектора.

При увеличении входного переменного напряжения на сетке происходит заряд включенного в катод конденсатора за счет анодного тока лампы. При уменьшении входного напряжения лампа заперта (как и при работе диода) и конденсатор несколько разряжается на шунтирующее его сопротивление, сохраняя напряжение близким к амплитудному значению подаваемого на сетку напряжения. При последующем отпирании лампы входным переменным напряжением, более высоким, чем напряжение на конденсаторе, конденсатор подзарядается до большего или меньшего значения при изменении амплитуды подаваемого напряжения. Эпоны напряжений в схеме катодного детектора изображены на рис. 56.

Емкость накопительного конденсатора катодного детектора не должна быть выбрана такой, чтобы даже при наиболее быстрых возрастаниях напряжений заряд конденсатора происходил без сеточных токов.

Катодный детектор применяется в индикаторной аппаратуре станции в цепи выработки азимутальных отметок для детектирования напряжения синхронно-следящей передатчи.

УПРАВЛЯЕМЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ

Управляемый выпрямитель (резольвер) предназначен для преобразования синусоидального напряжения в постоянное или медленно меняющееся напряжение, величина которого определяется ам-

плитудой входного синусоидального напряжения, а знак — фазой управляющего напряжения

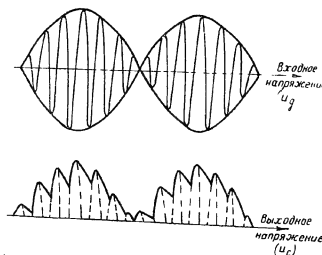


Рис. 56. Эпоны напряжений в схеме катодного детектора.

Амплитуда входного синусоидального напряжения может быть постоянна или медленно изменяться от 0 до максимума с изменением фазы на 180° при переходе амплитуды через нулевое значение. Принципиальная схема управляемого выпрямителя изображена на рис. 57.

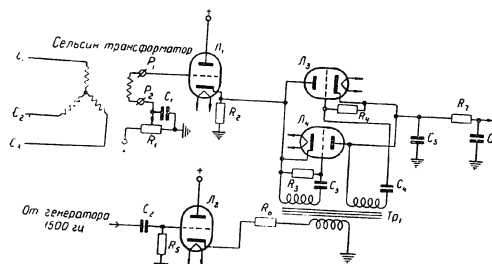


Рис. 57. Схема управляемого выпрямителя.

Преобразуемое напряжение поступает на вход управляемого выпрямителя с однофазной роторной обмотки сельсин-трансформатора. Его трехфазная статорная обмотка питается напряжением повышенной частоты 1500 Гц, амплитуда которого изменяется с частотой вращения антенны. Это напряжение поступает с трехфазной ротор-

ной обмотки дающего сельсина. При равномерном вращении ротора дающего или принимающего сельсина амплитуда входного напряжения изменяется по синусоидальному закону, а величина амплитуды зависит от взаимной ориентации роторов дающего и принимающего сельсинов. В этом случае управляемый выпрямитель будет выделять синусоидальную огибающую входного напряжения.

Подаваемое на выпрямитель управляющее напряжение должно быть тоже синусоидальным, той же частоты 1500 гц, но с постоянной амплитудой. Фаза его должна совпадать с фазой входного напряжения или быть сдвинута на 180° .

Основными элементами управляемого выпрямителя являются два включенных навстречу управляемых триода. На анод первого (лампа L_1) и катод второго (лампа L_2) триодов подается входное напряжение. К катоду первого и аноду второго триодов присоединена выходная емкостная нагрузка — конденсатор C_2 .

Входное напряжение на управляемый выпрямитель с выхода сельсин-трансформатора подается через катодный повторитель (лампа L_3) с целью уменьшения нагрузки на приемный сельсин-трансформатор.

Уровень постоянной составляющей напряжения на катode катодного повторителя сохраняется и на выходном конденсаторе управляемого выпрямителя. Регулировкой постоянной составляющей напряжения на сетке катодного повторителя потенциометром R_1 задается нужная постоянная составляющая напряжения на выходе управляемого выпрямителя.

Управляющее напряжение подается в сеточные цепи обоих триодов через катодный повторитель (лампа L_3) и специальный трансформатор Tr_1 . Вторичные обмотки этого трансформатора включены таким образом, чтобы управляющее напряжение на сетки обоих триодов поступало в одинаковой фазе.

Нормально триоды должны быть заперты сеточным смещением. Запирающее напряжение между сеткой и катодом обоих триодов устанавливается автоматически за счет сеточных токов этих триодов. Вторичные обмотки трансформатора подключаются к сеткам через разделительные конденсаторы C_3 и C_4 .

При подаче на сетки ламп L_1 и L_2 управляющего напряжения конденсаторы во время положительных полупериодов заряжаются сеточными токами ламп, а во время отрицательных — разряжаются через сопротивления R_3 и R_4 . Через некоторое время после включения схемы конденсаторы заряжаются почти до амплитуды управляющего напряжения и запирают триоды почти на весь период управляющего напряжения. Относительно большая постоянная времени сеточной цепи C_3 , R_3 и C_4 , R_4 обеспечивает неизменность сеточного смещения и малый угол отсечки анодного тока. Отпирание обоих триодов по сеткам происходит одновременно в моменты максимума положительных полупериодов управляющего напряжения, когда напряжение на сетках ламп становится выше напряжения отсечки. Процесс образования напряжения отсечки изображен на рис. 58.

162

Проводящим в этот момент может стать только тот из триодов, у которого в момент максимума положительной полу волны управляющего напряжения на сетке — напряжение на аноде выше, чем на катode.

Предположим, что угол отсечки сеточного тока очень мал, отпирание триодов по сеточной цепи происходит на чрезвычайно короткий промежуток времени и напряжение на выходе схемы за это время не успевает измениться. Тогда работу схемы можно объяснить следующим образом (эпюры напряжений в схеме управляемого выпрямителя приведены на рис. 59).

Если в момент отпирания триодов по сеточной цепи уровень напряжения на выходном конденсаторе C_2 ниже, чем на катode лампы

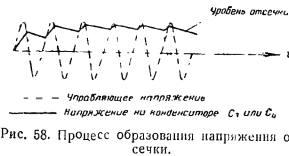


Рис. 58. Процесс образования напряжения отсечки.

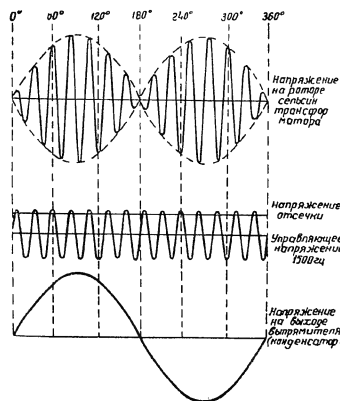


Рис. 59. Эпюры напряжений в схеме управляемого выпрямителя.

катодного повторителя и, следовательно, на аноде первого триода, то проводящим становится первый из триодов, а если — выше, то проводящим становится второй из триодов. При не очень большой емкости конденсатора C_2 на последнем успевают фиксироваться

11*

163

изменения напряжения на катоде лампы катодного повторителя (лампа L_1) и к моменту запираания триодов напряжение на нем будет равно напряжению на катоде катодного повторителя.

Таким образом, при увеличении напряжения огибающей уровень напряжения на выходном конденсаторе в момент отпирания триодов по сеточной цепи будет ниже напряжения на катоде катодного повторителя (лампа L_1) и отпираться будет первый триод (лампа L_2). Напряжение на конденсаторе C_5 будет расти. При уменьшении напряжения огибающей будет отпираться второй триод, напряжение на конденсаторе будет также уменьшаться.

Как следует из рис. 59, на выходе схемы фиксируется амплитуда той полуволны входного напряжения частоты 1500 гц, фаза которой в данный момент времени совпадает с фазой управляющего напряжения.

Поскольку фаза управляющего напряжения сохраняется неизменной, а фаза входного напряжения изменяется на 180° при переходе его амплитуды через нулевое значение, то при равномерном вращении сельсина на выходе схемы будут попеременно фиксироваться амплитуды то положительных, то отрицательных полуволн входного напряжения. Таким образом, выходное напряжение фазового детектора будет воспроизводить синусоидальную огибающую подаваемого на его вход напряжения.

Фактически работа схемы несколько отличается от описанной тем, что триоды по сеточной цепи отпираются на время хотя и малое, но все же сравнимое с длительностью одного периода напряжения частоты 1500 гц. Это приводит к тому, что после перехода через максимум входного напряжения 1500 гц отпирается второй триод, через который происходит некоторый разряд выходного конденсатора. Вследствие этого амплитуда выходного напряжения получается несколько меньше амплитуды огибающей.

Для компенсации этого фаза управляющего напряжения устанавливается с некоторым небольшим опережением относительно основного напряжения, как показано на рис. 60, в результате подбора режима катодного повторителя (лампа L_2). На рис. 60 видно, что необходимый сдвиг фаз равен половине угла отсечки. Следовательно, в момент максимума напряжения 1500 гц будет происходить запираание триодов.

Работа схемы в этом случае происходит следующим образом: к концу каждого периода на выходном конденсаторе фиксируется напряжение, подаваемое на триоды в момент их запираания. Поскольку изменение амплитуд входного напряжения происходит относительно медленно, то в последующий период (при фиксации положительных полуволн) напряжение на конденсаторе в момент отпирания триодов будет больше, чем на катоде катодного повторителя.

Поэтому конденсатор сначала несколько разрядится через второй триод, потом, поскольку подаваемое напряжение нарастает, конденсатор будет заряжаться через первый триод, а затем вновь немного разрядится через второй триод. После этого триоды вновь загрузятся по сеточной цепи.

Таким образом, напряжение на конденсаторе будет следовать за изменением амплитуды входного напряжения. Это изображено на рис. 61.

При неподвижном роторе дающего сельсина и сельсин-трансформатора амплитуда подаваемого на управляемый выпрямитель напряжения будет неизменной. При этом средние токи каждого из триодов будут одинаковы. Увеличение напряжения на выходе управляемого выпрямителя при заряде конденсатора будет компенсироваться равным уменьшением напряжения при его разряде. В этом случае на выходе управляемого выпрямителя будет фиксироваться постоянное напряжение, приблизительно равное амплитуде входного напряжения.

Сглаживание пульсаций напряжений на выходе управляемого выпрямителя осуществляется фильтром (R_7 , C_6).

Напряжение, снимаемое после фильтра, может быть использовано для создания азимутальной развертки, т. е. для создания такого отклоняющего тока, величина которого пропорциональна углу поворота антенны (например, в блоке ВО-01).

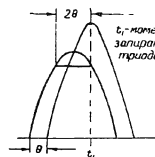


Рис. 60. Синг фаз между входным и управляющим напряжениями.

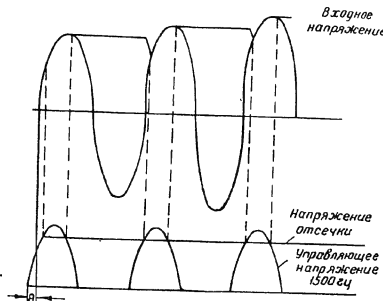


Рис. 61. Получение результирующего напряжения в схеме управляемого выпрямителя.

Из описания работы схемы следует, что в отличие от обычного выпрямителя с помощью управляемого выпрямителя фиксируется не амплитудное значение напряжения какого-либо знака, а напря-

жение в определенные моменты времени, задаваемые управляющим напряжением.

Кроме того, можно отметить еще одно отличие этой схемы, заключающееся в том, что для слежения за изменением огибающей в схеме управляемого выпрямителя не требуется шунтировать выходной конденсатор специальным сопротивлением, так как конденсатор разряжается до требуемой величины напряжения через второй триод.

СХЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ НАПЯЖЕНИЯ

1. Схема стабилизации с газоразрядной лампой (стабилизатором)

Основным задающим элементом всякого электронного стабилизатора является источник постоянного эталонного напряжения. В качестве такого источника могут быть использованы аккумуляторная батарея или стабилизатор.

Внешняя характеристика стабилизаторов имеет участок, на котором напряжение на зажимах стабилизатора остается практически постоянным при изменении проходящего через него тока. Благодаря этому свойству стабилизаторы широко используются в простейших схемах электронной стабилизации в качестве эталона напряжения. Для применяемых в станциях стабилизаторов возможные изменения

тока заключены в пределах от 5 до 30 мА. Стабилизаторы имеют следующие типы допусков стабилизации напряжений 75, 105 и 150 в с допуском $\pm 5\%$. Схема включения стабилизатора представлена на рис. 62.

Небольшое изменение напряжения на внешних зажимах стабилизатора вызывает резкое изменение тока из-за лавинообразного характера нарастания ионизации газа внутри стабилизатора. Поэтому последовательно со стабилизатором обязательно включается гасящее сопротивление, величина которого определяется требуемым значением тока. Нагрузка включается параллельно стабилизатору.

Появление газового разряда происходит тогда, когда подводимое напряжение превышает порог зажигания газового промежутка между электродами. Это напряжение на несколько десятков вольт больше рабочего напряжения стабилизатора. Поэтому напряжение питания в схеме рис. 62 должно во всех случаях превышать рабочее напряжение.

Всякое изменение входного напряжения или тока нагрузки, при котором ток через стабилизатор сохраняется в указанных выше пределах, не вызывает существенного изменения выходного напряжения.

Всякое изменение входного напряжения или тока нагрузки, при котором ток через стабилизатор сохраняется в указанных выше пределах, не вызывает существенного изменения выходного напряжения.

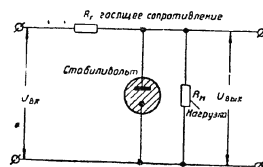


Рис. 62. Схема включения стабилизатора.

2. Простейшая схема электронной стабилизации

Один из простейших вариантов схемы электронной стабилизации представлен на рис. 63. В этой схеме электронная лампа L_1 является регулирующей, лампа L_2 — управляющей, а лампа L_3 — источником эталонного постоянного напряжения (стабилизатором).

Напряжение между катодом и сеткой управляющей лампы определяется разностью эталонного напряжения и напряжения, снимаемого с движка потенциометра R_2 , включенного в цепь регулируемого напряжения.

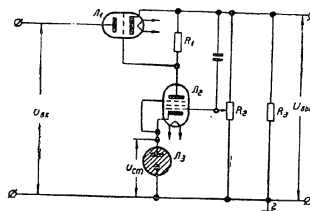


Рис. 63. Простейшая схема электронной стабилизации.

Падение напряжения на нагрузке R_n управляющей лампы задает смещение на сетке регулирующей лампы и, следовательно, определяет падение напряжения на ней. Выходное напряжение схемы равно входному за вычетом падения напряжения на регулирующей лампе. Уровень выходного напряжения регулируется путем изменения напряжения, подаваемого на сетку управляющей лампы с движка потенциометра.

При изменении напряжения на выходе электронного стабилизатора из-за увеличения напряжения на его входе или из-за уменьшения тока нагрузки изменяется напряжение, подаваемое на сетку управляющей лампы L_2 . При этом на катоде L_2 напряжение сохраняется неизменным, так как оно задается стабилизатором. Вследствие этого увеличивается падение напряжения на анодном сопротивлении управляющей лампы и, следовательно, отрицательное смещение на сетке регулирующей лампы L_1 . При этом увеличивается сопротивление L_1 и падение напряжения на ней, что почти полностью компенсирует происшедшее изменение выходного напряжения.

Стабилизирующее действие схемы по входному напряжению определяется коэффициентом стабилизации, характеризующим отношение изменения выходного напряжения к изменению входного напряжения

$$d = \frac{\Delta U_{вых}}{\Delta U_{вх}} \approx \frac{D_p U_{вых}}{K_y U_{ст}}$$

где D_p — пропускная способность регулирующей лампы;
 K_y — коэффициент усиления управляющего каскада;
 U_{max} — заданное выходное напряжение;
 U_{ct} — напряжение стабилизатора.

Увеличение стабильности выходного напряжения достигается путем увеличения коэффициента усиления управляющей лампы и уменьшения пропускной способности регулирующей лампы.

Стабилизирующее действие по отношению к изменению тока нагрузки определяется внутренним сопротивлением выпрямителя и крутизной характеристики регулирующей лампы.

Внутреннее сопротивление стабилизированного выпрямителя определяется следующей зависимостью:

$$R_{ict} = \frac{(R_p + R_a) D_p U_{max}}{K_y U_{ct}}$$

где R_p — внутреннее сопротивление регулирующей лампы;
 R_a — внутреннее сопротивление выпрямителя до стабилизатора.
 Уменьшение R_{ict} может быть достигнуто путем увеличения K_y и уменьшения D_p , так же, как и уменьшение коэффициента d .

При уменьшении напряжения на выходе электронного стабилизатора процесс протекает аналогично описанному выше, только при этом падение напряжения на регулирующей лампе не увеличивается, а уменьшается.

Процесс установления выходного напряжения происходит не мгновенно, а в течение некоторого промежутка времени из-за наличия в цепи анода L_1 — сетка L_2 — шунтирующих паразитных емкостей (емкость монтажа, междуэлектродные емкости и т. п.).

Эффективность действия схемы стабилизации при быстрых изменениях выходного напряжения может быть несколько увеличена в результате включения конденсатора между сеткой управляющей лампы и положительной шиной выпрямителя, так что всякое быстрое изменение напряжения будет передаваться непосредственно на сетку лампы помимо делителя напряжения.

3. Схема электронного стабилизатора с катодным повторителем

Выше было показано, что стабильность выходного напряжения тем выше, чем больше коэффициент усиления управляющей и регулирующей лампы.

Можно получить большой коэффициент усиления путем увеличения сопротивления в цепи анода лампы. Однако в рассматриваемом случае при увеличении сопротивления в анодной цепи управляющей лампы необходимо в такое же число раз уменьшить анодный ток управляющей лампы, так как падение напряжения на анодной нагрузке должно оставаться неизменным, равным рабочему смещению на регулирующей лампе. Поэтому увеличением этого сопротивления нельзя изменить коэффициент усиления управляющей лампы, так как увеличение сопротивления вызывает практически соответствен-

ное уменьшение крутизны характеристики этой лампы из-за уменьшения анодного тока.

Кроме того, при этом увеличивается постоянная времени анодной цепи. При увеличении тока потребления смещение на сетках регулирующей лампы уменьшается и одновременно падают как ток, так и коэффициент усиления управляющей лампы, ухудшая стабилизирующее действие схемы.

Это ухудшение получается именно тогда, когда оно наименее терпимо. Для устранения его необходимо, чтобы при максимальном токе потребления, соответствующем минимальному смещению на сетках регулирующей лампы, ток управляющих ламп и, следовательно, коэффициент усиления имели бы достаточно большие значения. С этой целью между управляющей и регулирующей лампами устанавливается раздельный каскад — катодный повторитель (лампа L_3), как это изображено на рис. 64. На-

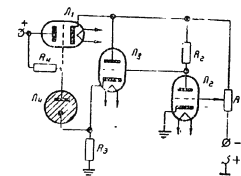


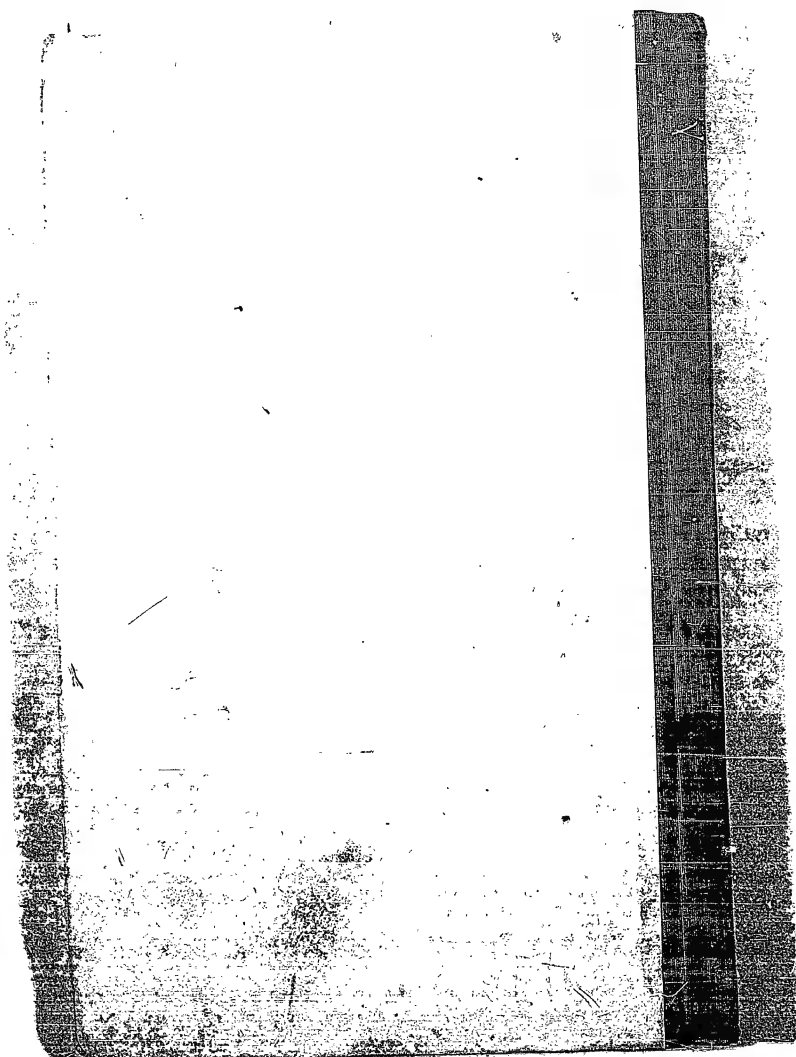
Рис. 64. Схема электронного стабилизатора с катодным повторителем.

пряжение с выхода катодного повторителя подается на сетку регулирующей лампы через стабилизатор (лампа L_4), который задает необходимое смещение на сетке регулирующей лампы. В этом случае минимальное падение напряжения на аноде управляющей лампы не может быть меньше падения напряжения на стабилизаторе.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Общие сведения об индикаторной аппаратуре	3
Общие сведения об индикаторах	10
Глава I. Индикатор кругового обзора ПО-02	11
1. Общие сведения об индикаторе	11
§ 1. Назначение	11
§ 2. Технические данные	11
§ 3. Составные части	13
2. Описание индикатора	13
§ 4. Работа индикатора	13
§ 5. Упрощенная скелетная схема	13
§ 6. Полная скелетная схема	15
3. Описание принципиальной схемы индикатора	16
§ 7. Схема развертки дальности	21
§ 8. Схема смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута	21
§ 9. Схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания	27
§ 10. Схема вращения развертки дальности	30
§ 11. Цепь управления рабочим режимом трубки	32
§ 12. Схема смещения центра развертки	33
§ 13. Система контроля цепей	36
4. Конструкция блока индикатора	37
§ 14. Общее описание конструкции	44
§ 15. Графическая шкала	45
5. Описание индикатора кругового обзора ПО-03	47
Глава II. Индикатор дальности и азимута ВО-01	51
1. Общие сведения об индикаторе	51
§ 16. Назначение	51
§ 17. Технические данные	51
§ 18. Составные части	51
2. Описание индикатора	52
§ 19. Работа индикатора	52
§ 20. Упрощенная скелетная схема	52
§ 21. Полная скелетная схема	54
3. Описание принципиальной схемы индикатора	55
§ 22. Схема развертки дальности	60
§ 23. Схема смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута	60
§ 24. Схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания	61
§ 25. Схема развертки азимута	61
§ 26. Схема записи (бланкирования) развертки по азимуту	64
§ 27. Цепь управления рабочим режимом трубки	67
§ 28. Схема сдвига развертки дальности по горизонтали	67
§ 29. Система контроля цепей	67
4. Конструкция блока индикатора	75
Глава III. Индикатор высоты НО-02	80
1. Общие сведения об индикаторе	80
§ 30. Назначение	80
§ 31. Технические данные	80
§ 32. Метод определения высоты	80
§ 33. Составные части	81
2. Описание индикатора	81
§ 34. Работа индикатора	81
§ 35. Упрощенная скелетная схема	84
§ 36. Полная скелетная схема	84
3. Описание принципиальной схемы индикатора	90
§ 37. Схема развертки дальности	90
§ 38. Схема смешивания и усиления масштабных отметок дальности и угла поворота антенны или азимута	90
§ 39. Цепь развертки угла поворота антенны	93
§ 40. Схема усиления отраженных сигналов вертикального и наклонного каналов	98
§ 41. Схема записи (бланкирования) развертки по углу поворота антенны	101
§ 42. Цепь управления рабочим режимом трубки	101
§ 43. Система контроля цепей	103
4. Конструкция блока индикатора	111
§ 44. Общее описание конструкции	111
§ 45. Графическая шкала	115
Приложение. Основные элементы индикаторных устройств	116
Электроннолучевые трубки	116
1. Типы и назначение электроннолучевых трубок	116
2. Электростатическая электроннолучевая трубка типа 8ЛО29	117
3. Магнитная электроннолучевая трубка типа 81ЛМ32	119
А. Отклоняющая система с замкнутым магнитопроводом	123
Б. Отклоняющая система без железного сердечника	128
Усилители	130
1. Широкополосный усилитель	130
2. Катодный повторитель	131
3. Усилитель с обратной связью	133
4. Парафазный усилитель в катодной связи	134
Фиксирующие схемы	135
1. Дiodные ограничивающие схемы	135
2. Схема восстановления постоянной составляющей	138
Генераторы прямоугольных импульсов	142
1. Симметричный генератор управляющих импульсов (триггер)	142
2. Генератор управляющих импульсов (триггер) уровня	143
3. Схема расширения (хипп-реле) со смешанной связью	145
4. Электронное реле (хипп-реле) уровня	148

Индукционный генератор	150
Схема осциллятора Фантастро	153
Схема автогенератора напряжения со светящейся связью	156
Схема оптоэлектронных котировки с катодной связью	159
Ультразвуковой детектор	160
Ультразвуковой выпрямитель	160
Схема стабилизации напряжения	166
1. Схема стабилизации с газоразрядной лампой (стабилизатором)	166
2. По сути	167
3. Схема электронного стабилизатора с катодным повторителем	168



СЕКРЕТНО

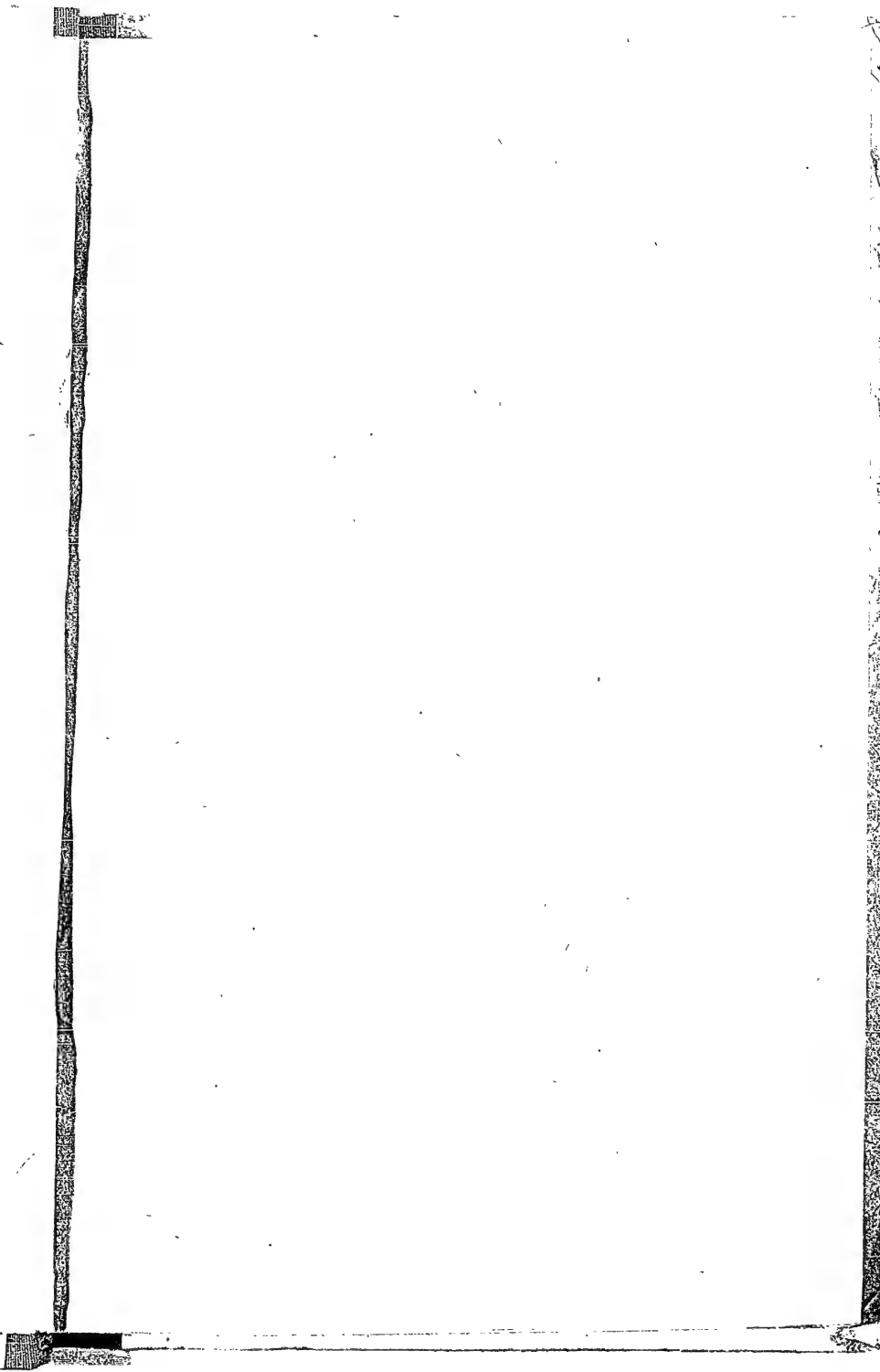
50X1-HUM

РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СТАНЦИЯ П-20

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

часть II

ИНДИКАТОРНЫЕ УСТРОЙСТВА



СЕКРЕТНО

50X1-HUM

РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СТАНЦИЯ П-20

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

ЧАСТЬ II

ИНДИКАТОРНЫЕ УСТРОЙСТВА

В книге пронумеровано всего 172 стр. Кроме того, имеется 5 вклейка на 5 листах.

Вклейка № 1. Рис. 10. Принципиальная схема развертки дальности ПО-02—между стр. 22 и стр. 23.

Вклейка № 2. Рис. 17. Полная принципиальная схема блока индикатора кругового обзора ПО-02—между стр. 38 и стр. 39.

Вклейка № 3. Рис. 29. Принципиальная схема развертки дальности ВО-01—между стр. 60 и стр. 61.

Вклейка № 4. Рис. 34. Полная принципиальная схема блока индикатора дальности и азимута ВО-01—между стр. 68 и стр. 69.

Вклейка № 5. Рис. 49. Полная принципиальная схема блока индикатора высоты НО-02—между стр. 104 и стр. 105.

ВВЕДЕНИЕ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНДИКАТОРНОЙ АППАРАТУРЕ

В части II технического описания радиолокационной станции «П-20» встречаются следующие условные обозначения блоков:

ПО-02 — индикатор кругового обзора.
 ПО-03 — выносной индикатор кругового обзора.
 ВО-01 — индикатор дальности и азимута.
 ВО-02 — индикатор дальности.
 ТП-02 — телефонная панель блоков ПО-02, ПО-03 и ВО-01.
 ТП-03 — телефонная панель блока ВО-02.
 ГА-01 — генератор 1500 гц.
 ДТ-01 — блок главных датчиков.
 ХА-01 — повторяющее устройство ССП.
 УС-02 — сервоусилитель.
 БСМ-01 — блок сервомотора блока ПО-02.
 БСТ — блок сельсин-трансформаторов.
 ДА-01 — блок масштабных отметок дальности.
 ЖА-50 — блок масштабных отметок азимута.
 ЗА-01 — блок отметок угла поворота антенны.
 СБ-50 — смешительно-бланкирующее устройство.
 ИВ-01 — имитатор вращения антенны.
 БП-01 — блок питания индикаторов.
 БП-02 — блок питания.
 ЦУ-02 — центральный пульт управления.
 ССП — синхронно-следающая передача вращения.
 НРЗ-1 — запросчик.

Вся индикаторная аппаратура станции размещается в двух кузовах автомашины ЗИС-151 (машины № 2 и № 3). В основной индикаторной машине (рис. 1) размещаются все основные блоки индикаторной аппаратуры. В машине № 3 размещаются выносной индикатор кругового обзора ПО-03 и аппаратура запросчика НРЗ-1, предназначенная для работы в системе опознавания.

В машине № 2 расположены пять шкафов с аппаратурой: три шкафа с блоками индикаторов (рис. 2), один шкаф с аппаратурой управления и один шкаф с аппаратурой масштабных отметок (рис. 3).

На экранах индикаторов оператор наблюдает отраженные сигналы и определяет координаты целей. В станции «П-20» для опреде-

Формат 60×92₁₆. Печ. л. 10,75 + 5 вклеск=2,9 печ. л. Бум. л. 6,82. Зак. 8

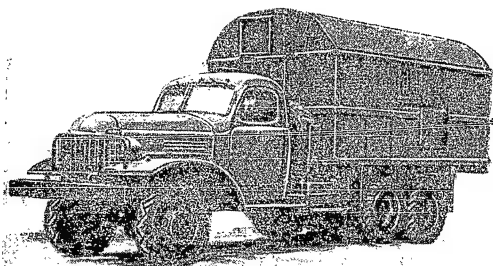


Рис. 1. Разведочная машина.

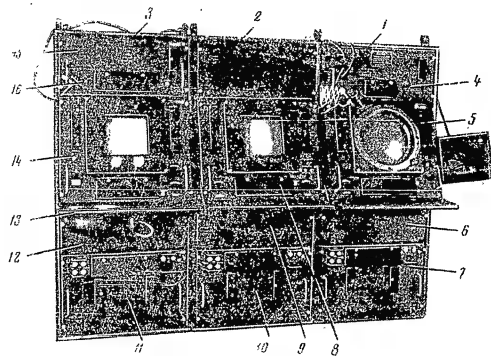


Рис. 2. Общий вид шкафов индикаторов.

1 — шкаф индикатора кругового обзора ПО-02; 2 — шкаф индикатора дальности и азимута ВО-01; 3 — шкаф индикатора высоты НО-02; 4 — телефонная панель ТП-02; 5 — блок индикатора дальности и азимута ИД-01; 6 — блок питания ИП-01; 7 — блок питания БП-01; 8 — блок питания БП-01; 9 — телефонная панель ТП-03; 10 — блок управления антенной; 11 — блок индикатора высоты ПО-02; 12 — блок управления антенной; 13 — блок индикатора дальности и азимута ВО-01; 14 — блок индикатора дальности и азимута ВО-01; 15 — блок управления антенной; 16 — блок индикатора дальности и азимута ВО-01.

4

для координат цели (наклонная дальность, азимут и высота) используются три типа индикаторов: индикатор кругового обзора (ПО-02 и ПО-03), индикатор дальности и азимута (ВО-01) и индикатор высоты (НО-02).

Индикатор кругового обзора служит для наблюдения общей картины, в основном, воздушной обстановки в районе действия радиолокационной станции и для определения координат целей (дальность и азимут).

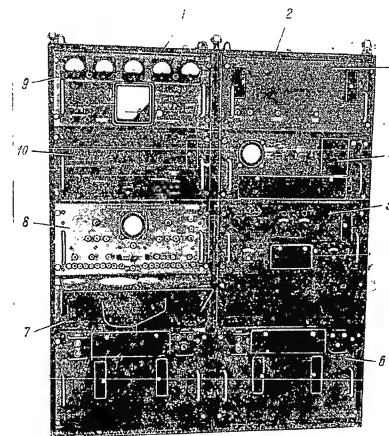


Рис. 3. Общий вид шкафов управления и масштабных отметок.

1 — шкаф управления; 2 — шкаф масштабных отметок; 3 — блок масштабных отметок азимута ЖА-50; 4 — блок масштабных отметок дальности ДА-01; 5 — блок нонирующего устройства ССП ХА-01; 6 — блок питания БП-02; 7 — телефонная панель ТП-03 со столом управления антенной; 8 — блок смешательного устройства СВ-50; 9 — блок центрального пульта управления ЦПУ-02; 10 — блок имитатора вращения ИВ-01.

Индикатор дальности и азимута служит для точного определения дальности и азимута цели и для выявления структуры цели (например, числа самолетов в группе). На экране этого индикатора можно рассмотреть в увеличенном масштабе любой, произвольно выбранный, участок пространства в зоне действия станции.

5

Блок НО-02 служит для определения высоты обнаруженной цели.

Основным элементом каждого индикатора является электронно-лучевая трубка. Отметки отраженных сигналов наблюдаются на ее экране в виде светящихся точек или черточек. Развертка дальности индикаторов начинается одновременно с посылкой в пространство зондирующего импульса передатчика.

На экранах всех индикаторов создается электрическим путем масштабная сетка, при помощи которой определяются координаты того или иного отраженного сигнала. (Блок-схему высокочастотных трактов машины № 2 см. рис 4). Импульс запуска станции от манипулятора через блок масштабных отметок ДА-01 подается последовательно на смесительно-бланкирующее устройство СБ-50, блок отметок азимута ЖА-50 и на индикаторные блоки. К концу линии запуска подсоединена волновая нагрузка кабеля — 75 ом, которая размещается на одном из разъемов выносного индикатора кругового обзора (ПО-03).

Импульсом запуска включаются развертки всех индикаторов станции и контрольных осциллографов блоков СБ-50 и ДА-01.

Для того чтобы с экранов индикаторов можно было производить считывание координат целей, на все индикаторы подаются масштабные отметки дальности и азимута. Эти отметки на экране видны в виде светящихся линий и создают на нем масштабную сетку.

Для образования дистанционных отметок служит блок дистанционных отметок ДА-01 (шкаф масштабных отметок), с выхода которого отметки дальности так же, как и импульсы запуска, подаются на индикаторы станции. Волновая нагрузка этой линии размещается в блоке ПО-03.

Отметки азимута вырабатываются в блоке ЖА-50 и также подаются на все индикаторы станции.

Шумы и отраженные сигналы с трех приемников вертикального и двух приемников наклонного канала подаются на вход смесительно-бланкирующего устройства СБ-50 (шкаф управления). Шумы замешиваются в два канала — вертикальный и наклонный, с выхода которых подаются на индикаторы станции.

Эквивалент нагрузки для вертикального канала устанавливается в блоке ПО-03, для наклонного — в блоке НО-02. Все цепи передачи импульсных сигналов от одного блока к другому выполняются кабелем РК-31. Для подключения кабелей во всех блоках имеются по два разъема на каждую цепь импульсных сигналов. Через один разъем импульсные сигналы подводятся к блоку, а через другой разъем сигналы выходят из данного блока и подводятся к следующему. Входное сопротивление каждого блока велико по сравнению с волновым сопротивлением кабеля РК-31 (75 ом), следовательно, не сказывается шумящее действие блоков на линию.

Для передачи вращения антенны на индикаторы станции служит система силовой синхронной передачи вращения (ССП).

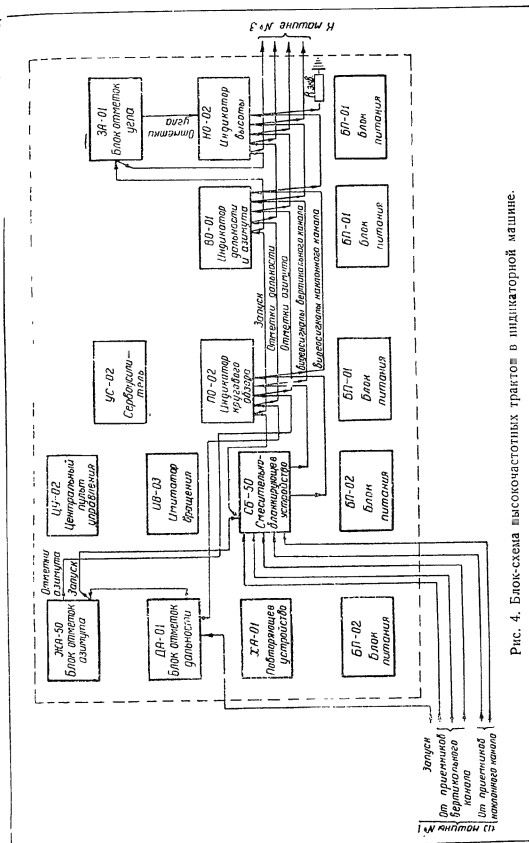


Рис. 4. Блок-схема высокочастотных трактов в индикаторной машине.

Напряжения, вырабатываемые системой, служат для вращения отклоняющих катушек в индикаторах кругового обзора, для перемещения электрошного луча трубок индикаторов дальности и азимута и индикатора высоты синхронно с вращением антенны и для образования электрических отсчетов угла поворота антенны.

Для выработки этих напряжений служат блоки ССП, размещенные частично в приемо-передающей кабине (ФД-01 и ГА-01) и в индикаторных машинах (ХА-01, УС-02, БСМ, БСТ и СТ).

Блок ФД-01 установлен на токосъемнике и вращается вместе с приемо-передающей кабиной. В блоке расположены три сельсин-датчика ДИ-511: грубого и точного отсчета и 5-ти градусных отсчетов. Питающие напряжения на эти сельсинны подаются с блока ГА-01. Питание сельсиннов грубого и точного отсчета производится напряжением с частотой 50 гц, а сельсинна 5-ти градусных отсчетов — 1500 гц.

Напряжение с роторных обмоток сельсиннов грубого и точного отсчета блока ФД-01 подаются на статорные обмотки приемных сельсиннов блоков БСМ-01 и БСМ-02, расположенных в индикаторах ПО-02, ПО-03 и в повторяющем устройстве ХА-01. Напряжение рассогласования с роторной обмотки сельсинна-приемника грубого и точного отсчета передается блоком сервоусилителя УС-02 с выхода которого это напряжение подается на обмотку возбуждения электрогенератора СТ-262.

В зависимости от величины и знака напряжения рассогласования электрогенератор вращается в ту или иную сторону и вращает выходной вал БСМ.

С выходным валом БСМ-01 соединяется отклоняющая система блока ПО-02 или ПО-03.

С выходным валом БСМ-02, расположенным в блоке ХА-01, соединяется МОУ — механическое оконечное устройство, в которое входят: сельсин-датчик электрической развертки ДИ-511 и сельсин-датчик 30-ти градусных отсчетов. Сельсин-датчик развертки вращается синхронно с антенной, а сельсин-датчик 30-ти градусных отсчетов — в шесть раз быстрее.

Выходные напряжения сельсин-датчика развертки используются для получения электрической развертки на блоках ВО-01 и НО-02, а напряжения сельсин-датчика 30-ти градусных отсчетов — для образования 30-ти градусных отсчетов блоком ЖА-50.

Напряжение с трехфазной обмотки сельсин-датчика развертки подается на статорные обмотки блока сельсин-трансформаторов (БСТ) блока НО-02 и сельсин-трансформатора (СТ) блока ВО-01. Одновременно на электрическую схему вертикальной развертки блоков ВО-01 и НО-02 подается напряжение 1500 гц с блока ЖА-50.

Напряжения 5- и 30-градусных отсчетов попадают для формирования отсчетов на блок ЖА-50 через сельсин-трансформаторы, расположенные в блоке ХА-01.

Напряжение сельсин-датчика 5-градусных отсчетов с блока ФД-01 используется в станции для формирования отсчетов угла. Это напряжение подается на блок ЗА-01 через БСТ блока НО-02.

8

Для обучения обслуживающего персонала работе с индикаторной аппаратурой станции и для частичной проверки ее работы в станции имеется блок имитатора вращения (ИВ-01). Работа этих блоков совместно с индикаторной аппаратурой станции проводится без вращения приемо-передающей кабины.

Питание блоков индикаторных машин № 2 и № 3 производится от блоков питания БП-01 и БП-02, размещенных в шкафах аппаратуры.

Блоки питания вырабатывают напряжения накала, стабилизированные напряжения питания анодных и сеточных цепей всех ламп аппаратуры. Блок БП-01 используется для питания индикаторов ПО-02, ПО-03, ВО-01 и НО-02, блок БП-02 — для питания остальной вспомогательной аппаратуры.

Все шкафы с индикаторной аппаратурой установлены вдоль машины (рис. 5), соединения между шкафами выполнены кабелями: высокочастотные — кабелем РК-31, низкочастотные — РПШЭ.

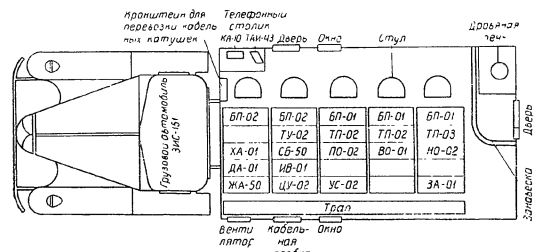


Рис. 5. Расположение аппаратуры в индикаторной машине.

Связь индикаторной аппаратуры машин № 2 и № 3 с приемо-передающей аппаратурой осуществляется с помощью таких же кабелей через кабельную коробку, расположенную на левой стенке кузова автомобиля.

Связь с электростанцией осуществлена кабелем типа РПШЭ через ту же кабельную коробку.

Весь монтаж внутри машины проведен по стенкам и по полу кабины. Все кабели в открытых местах закрыты специальным щитом (трапом).

9

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНДИКАТОРАХ

Индикатор кругового обзора — индикатор, на экране которого наблюдается план расположения целей в зоне действия станции и определяется их наклонная дальность и азимут. Перемещение электронного луча по радиусу экрана трубки от центра к краю происходит пропорционально дальности, а линия развертки вращается синхронно с вращением антенного устройства. Благодаря этому на экране индикатора кругового обзора последовательно просматриваются все участки зоны действия станции в соответствии с последовательным облучением пространства энергией, излучаемой антенным устройством.

На этом индикаторе возможны также режимы секторного и кольцевого обзора пространства. В режиме секторного обзора на экране просматривается сектор пространства шириной в $60-70^\circ$. В режиме кольцевого обзора можно рассматривать произвольный участок дальности, выбирая его в пределах от 10 до 400 км.

Индикатор дальности и азимута — индикатор, на экране которого в увеличенном масштабе может быть просмотрен любой участок зоны действия станции (в пределах 60° по азимуту и 50 или 100 км по дальности). Это дает возможность более точно определять дальность и азимут цели. Перемещение электронного луча по горизонтали происходит пропорционально дальности, а по вертикали — пропорционально азимуту. Дальность и азимут цели отсчитываются непосредственно с экрана индикатора.

Индикатор высоты служит для определения высоты цели. Перемещение электронного луча по горизонтали происходит пропорционально дальности, а по вертикали — пропорционально углу поворота антенной системы.

К этому индикатору подключаются оба выхода блока СБ-50 и на экране его получают две отметки от каждой цели (от вертикального и наклонного каналов).

Перед экраном помещена шкала, выгравированная на плексигласе. По двум отметкам от каждой цели с помощью шкалы определяется высота цели.

Таким образом, обнаружение и определение координат целей по индикаторам станции «П-20» производится непосредственно при наблюдении за экраном электронолучевой трубки. Полученные данные передаются операторами на командный пункт и используются для наведения своих истребителей на самолеты противника или для информации.

10

ГЛАВА I

ИНДИКАТОР КРУГОВОГО ОБЗОРА ПО-02

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНДИКАТОРЕ

§ 1. Назначение

Индикатор кругового обзора предназначен для работы в системе радиолокационной станции «П-20». На его экране автоматически, в форме, удобной для визуального наблюдения, воспроизводится план расположения обнаруженных воздушных целей.

В индикаторе кругового обзора предусматриваются три режима работы (рис. 6).

1. Режим кругового обзора, при котором начало развертки (точка на экране, соответствующая положению радиолокатора на местности) совпадает с центром экрана (рис. 6,а).

2. Режим кольцевого обзора, при котором обзор пространства может быть ограничен определенным участком дальности и начало развертки может быть задержано на заданную дальность в пределах от 10 до 320 км. В кольцевом режиме работы цели в отдаленных участках зоны действия станции рассматриваются в увеличенном масштабе, что повышает точность отсчета их координат (рис. 6,б).

3. Режим секторного обзора, при котором начало развертки может быть смещено в любую точку экрана и соответственно этому изображение на нем будет давать более детальный план расположения целей в выделенном секторе действия радиолокатора. Масштаб шкалы по дальности не изменяется, а увеличивается вдвое линейный размер шкалы дальности. Масштаб по азимуту соответственно увеличен, следовательно, отсчет координат может производиться с большей точностью (рис. 6,в).

§ 2. Технические данные

1. Индикация цели осуществляется яркостной отметкой сигнала на экране электронолучевой трубки.
2. Развертка — радиально-круговая.
3. Режим работы блока — круговой обзор, секторный обзор и кольцевой обзор.

11

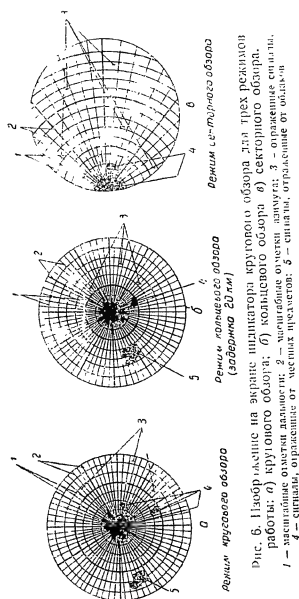


Рис. 6.

4. Масштабы дальности — 80, 200 и 400 км.
5. Период полного (360°) обзора по азимуту — 10 или 20 сек. (6 или 3 об/мин антенны).
6. Задержка начала развертки дальности может плавно изменяться в пределах от 10 до 320 км.
7. Координаты цели определяются визуально по положению отметки отраженного сигнала относительно сетки электрических масштабных отметок дальности и азимута.
8. Возможно одновременное или раздельное наблюдение на экране трубки отметок отраженных сигналов, поступающих с вертикального и наклонного каналов, а также сигналов, поступающих с выхода приемника опознавания.

§ 3. Составные части

Индикатор кругового обзора оформлен в виде шкафа, в отсеки которого устанавливаются следующие блоки:

- сервоусилитель УС-02;
- блок индикатора кругового обзора ПО-02;
- блок питания индикатора БП-01;
- телефонная панель ТП-02.

Общий вид шкафа индикатора кругового обзора ПО-02 показан на рис. 7.

Описание сервоусилителя УС-02 и блока питания БП-01 приведено в гл. III Технического описания станции П-20.

2. ОПИСАНИЕ ИНДИКАТОРА

§ 4. Работа индикатора

Индикатор кругового обзора является осциллографическим индикатором с радиально-круговой разверткой и яркостной отметкой сигнала. Основным его элементом является электроннолучевая трубка. План расположения обнаруженных целей воспроизводится на экране этой трубки.

Развертка вдоль радиуса экрана трубки пропорциональна шкале дальности. Эта развертка начинается одновременно с поступлением в блок ПО-02 импульса от манипулятора и поэтому положение каждой точки линии развертки на экране соответствует определенной дальности.

Развертка дальности вращается синхронно с вращением антенны (вращение радиальной развертки). Эта развертка приводит к вращению системы синхронной передачи угла поворота антенны, и поэтому положение радиальной развертки на экране соответствует направлению электрической оси антенны вертикального луча.

Напряжения развертки по дальности и по азимуту воздействуют на отклоняющую систему электроннолучевой трубки.

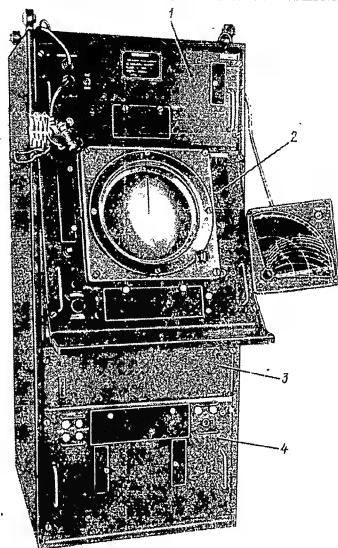


Рис. 7. Общий вид шкафа индикатора кругового обзора ПО-02:
1 — блок УС-02; 2 — блок ПО-02; 3 — телефонная панель ТП-02; 4 — блок БП-01.

Напряжения отраженных сигналов, сигналов опознавания, масштабных отметок дальности и азимута воздействуют на управляющий электрод и катод электроннолучевой трубки.

При отсутствии перечисленных сигналов электронный луч заперт отрицательным потенциалом на управляющем электроде до полного исчезновения изображения на экране. С приходом каждого сигнала несколько повышается потенциал управляющего электрода или понижается потенциал катода трубки, вызывая появление электронного луча в виде светящегося пятна на экране трубки. Положение светящегося пятна на экране зависит от мгновенных величин отклоняющих полей, создаваемых системой развертки дальности и системой вращения развертки дальности.

Отраженные сигналы и сигналы опознавания (сигналы самолетного ответчика) создают на экране изображения в виде точек, масштабные отметки дальности — в виде серии концентрических колец, соответствующих фиксированным дальностям, а масштабные отметки азимута — в виде радиально-расходящихся линий, соответствующих фиксированным углам поворота антенны.

§ 5. Упрощенная скелетная схема

В упрощенную скелетную схему индикатора кругового обзора (рис. 8) входят:

— электроннолучевая трубка 1;

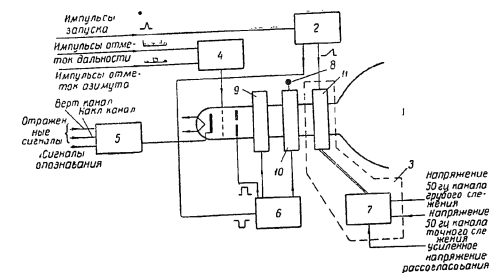


Рис. 8. Упрощенная скелетная схема индикатора кругового обзора:

1 — электроннолучевая трубка; 2 — цепь развертки дальности; 3 — цепь развертки азимута; 4 — цепь смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута; 5 — цепь усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания; 6 — цепь управления; 7 — блок сервомотора БСМ-01; 8 — ручка установки сектора; 9 — фокусирующая катушка; 10 — катушка смещения центра; 11 — отклоняющие катушки.

— цепь развертки дальности 2;
— цепь вращения развертки дальности 3;

- цепь смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута 4;
- цепь усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания 5;
- цепь управления рабочим режимом трубки 6.

В цепи развертки дальности 2 вырабатывается развертка, которая вращается цепью вращения развертки дальности 3 по часовой стрелке со скоростью 6 или 3 *об/мин* синхронно с вращением антенны.

Импульсы масштабных отметок дальности и азимута после прохождения цепи 4 воздействуют на ток луча и создают на экране трубки масштабную сетку. Под действием отраженных сигналов засвечивается экран трубки в местах, соответствующих расположению целей в пространстве.

Рабочий режим трубки создается цепью питания.

В цепь вращения развертки дальности 3 входит блок сервомотора 7 (БСМ-01). Двигатель блока БСМ-01 питается напряжением 60 в частоты 50 гц и напряжением рассогласования, поступающим с сервоусилителя УС-02. Под действием этих напряжений электродвигатель вращает отклоняющие катушки развертки дальности 11 со скоростью вращения антенного устройства. Фокусирующая катушка 9 и катушка смещения центра 10 входят в цепь питания трубки.

§ 6. Полная скелетная схема

Полная скелетная схема индикатора кругового обзора приведена на рис. 9.

Электроннолучевая трубка. В индикаторе кругового обзора применяется электроннолучевая трубка типа 31ЛМ32 с магнитными системами фокусировки и отклонения электронного луча. Экран с длительным послесвечением. Конструкция трубки и схема ее питания приводятся в приложении. Управление режимом работы трубки производится с помощью управляющего и ускоряющего электродов.

Напряжение сигнала подводится к управляющему электроду трубки и к ее катоду и управляет интенсивностью электронного луча. След электронного луча наблюдается на экране трубки в виде светящегося пятна, яркость которого зависит от тока электронного луча. При отсутствии сигнала трубка заперта, ток электронного луча близок к нулю и экран трубки не возбуждается.

Цепь развертки дальности состоит из схемы задержки 1, схемы запуска и расширения 2, схемы генератора пилообразного напряжения 3 и усилителя тока с обратной связью 4.

Отклонение электронного луча от центра экрана трубки к его периферии (развертка) происходит под действием магнитного поля отклоняющих катушек 20. В цепи развертки дальности вырабатывается пилообразный ток для питания этих катушек. В соответствии с изменением тока в отклоняющих катушках изменяется маг-

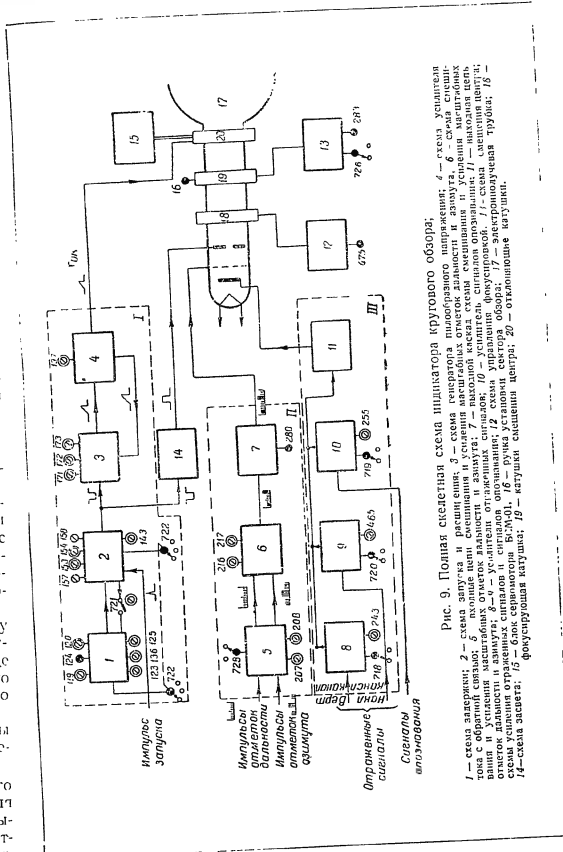


Рис. 9. Полная скелетная схема индикатора кругового обзора.
1 — схема задержки; 2 — схема запуска и расширения; 3 — схема генератора пилообразного напряжения; 4 — схема усилителя тока с обратной связью; 5 — схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания; 6 — схема управления рабочим режимом трубки; 7 — блок БСМ-01; 8 — усилитель отклоняющих катушек; 9 — катушка фокусировки; 10 — катушка смещения центра; 11 — катушки отклоняющие; 12 — схема управления фокусирующей катушкой; 13 — катушка смещения центра; 14 — схема задержки; 15 — катушка смещения центра; 16 — катушка смещения центра; 17 — катушка смещения центра; 18 — катушка смещения центра; 19 — катушка смещения центра; 20 — катушка смещения центра.

ности и, кроме того, под воздействием отметок азимута засвечивается вся развертка.

При вращении развертки масштабные отметки дальности создаются на экране трубки серию концентрических колец, соответствующих различным дальностям (расстояние между соседними кольцами соответствует 10 км), а масштабные отметки азимута создают серию радиально расходящихся линий (угол между соседними линиями соответствует повороту антенны, а следовательно, и развертке на 5°).

Потенциометрами 207 и 208, оси которых выведены под шлиц, раздельно регулируется уровень импульсов отметок дальности и азимута. Регулировкой этих потенциометров осуществляют отсечку импульсов отметок, благодаря чему импульсы малой амплитуды могут подаваться в большей степени, чем импульсы большой амплитуды. Как известно из описания блоками ДА-01 и ЖА-50 вырабатываются импульсы масштабных отметок и азимута разной амплитуды, поэтому на экранах индикаторов масштабная сетка получается дифференцированной по яркости, т. е. яркость свечения 10-километровых отметок меньше яркости свечения 50-километровых отметок, яркость свечения 50-километровых отметок меньше яркости свечения 100-километровых отметок.

Такова же дифференциация по яркости азимутальных отметок. Яркость свечения 5-градусных отметок меньше яркости 30-градусных отметок. Такое различие в яркости свечения отметок удобно при отсчете координат.

Кроме регулировки отсечки масштабных импульсов в цепи осуществляется раздельная регулировка усиления отметок дальности и азимута потенциометрами 216 и 217, оси которых выведены под шлиц.

Масштабные отметки могут быть выключены с помощью переключателя 728, запирающего входные лампы цепи.

Ручкой потенциометра 280 регулируется напряжение на управляющем электроде трубки, чем достигается регулировка яркости изображения на трубке.

Цепь усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания. На вход усилителей отраженных сигналов вертикального канала 4 и наклонного канала 9 соответственно подаются сигналы с вертикального и наклонного каналов блока СБ-50. На вход усилителя опознавания 10 подаются сигналы опознавания. Сигналы, смешиваясь на выходе этих усилителей, поступают на выходной каскад 11 схемы. С выхода смешанных сигналов подаются на катод электроннолучевой трубки. Регулировка усиления осуществляется раздельно в каждом из усилительных каскадов при помощи потенциометров 243, 255 и 465, оси которых выведены под шлиц. Выключатели 718, 719 и 720 дают возможность раздельно подключать усилительные каскады к выходу схемы и отключать их.

Цепь управления рабочим режимом трубки. В цепь управления рабочим режимом трубки входят: схема управления фокусировкой

12 и схема засвета 14. С помощью схемы фокусировки регулируется (ручкой 475) ток в фокусирующей катушке 18.

Управление трубкой осуществляется импульсами, вырабатываемыми схемой засвета и подаваемыми на ускоряющий электрод. Схема засвета в свою очередь управляется П-образным импульсом схемы расширения цепи развертки дальности.

Таким образом, электроннолучевая трубка открывается только на время действия П-образного импульса схемы расширения, т. е. на время развертки. Катод электроннолучевой трубки находится под постоянным потенциалом, а потенциал управляющего электрода регулируется ручкой ЯРКОСТЬ потенциометра 280.

Схема смещения центра развертки. Схема смещения центра развертки 13 применяется для управления электромагнитным полем смещающих катушек (вращением ручки потенциометра 283) при работе индикатора в секторном режиме. Под действием электромагнитного поля смещающих катушек начало развертки может быть смещено в любую точку экрана трубки.

Для выключения этой схемы служит выключатель 726. Перемещение начала развертки по экрану осуществляется механическим поворотом смещающих катушек вокруг горловины трубки. Для этой цели служит ручка установки сектора обзора 16.

Цепь вращения развертки дальности. К этой цепи в блоке индикатора ПО-02 относится только блок сервомотора 15 и механизм вращения отклоняющих катушек. Блок сервомотора работает в тесном взаимодействии с сервоусилителем, входящим в шкаф индикатора ПО-02. С помощью этой системы о которой подробно сказано в описании синхронно-следящей системы (Техническое описание, ч. III), производится вращение отклоняющих катушек вокруг горловины трубки и осуществляется вращение развертки дальности.

3. ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ИНДИКАТОРА

§ 7. Схема развертки дальности

Схема развертки дальности вырабатывает линейно изменяющийся во времени ток, которым питаются отклоняющие катушки индикатора.

Электромагнитное поле, создаваемое этим током, смещает электронный луч трубки вдоль радиуса экрана. Начало нарастания тока развертки должно или точно совпадать с началом прямого (зондирующего) сигнала передатчика, или может быть задержано относительно него на определенное время. Поэтому в каждый момент времени сила тока в отклоняющих катушках, а следовательно, и соответствующее ей положение следа электронного луча на экране трубки будет соответствовать фиксированной дальности.

В схему развертки дальности (рис. 10) входят:

- каскад запуска развертки (лампа 5);
- схема задержки запуска (лампы 2, 3 и 4);
- схема расширения импульса (лампы 6 и 7);

— схема генератора развертки со схемой усилителя (лампы 9, 10, 11, 12, 13 и 14).

Каскад запуска развертки служит для исключения воздействия на работу схемы случайных импульсов малой амплитуды и для сопряжения схемы развертки дальности с высокочастотным кабелем подачи импульса запуска.

Импульс запуска положительной полярности длительностью 1 мксек и с амплитудой около 50 в подается на управляющую сетку левой половины лампы 5 через разъем 1013 и разделительный конденсатор 509, а через разъем 1014 подается на следующий индикатор.

В каскаде запуска развертки используется левая половина лампы 5 типа 6Н8С. Эта лампа нормально заперта постоянным отрицательным напряжением, поданным на ее управляющую сетку, и отпирается при подаче на сетку положительного импульса запуска. Отрицательное смещение, подаваемое на сетку этой лампы, регулируется в пределах от 5 до 150 в, обеспечивая тем самым отсечку входных импульсов запуска на любом уровне. Постоянная времени в цепи сетки лампы ($RC = 10$ мксек) обеспечивает неискаженную передачу импульса запуска.

Анод лампы запуска соединен с переключателем 721, поэтому при переключении переключателя анод лампы запуска подключается или к сопротивлению 139, или непосредственно к аноду левой половины лампы 6 (основная лампа схемы расширения).

Импульс отрицательной полярности, получающийся в анодной цепи лампы 5, используется для запуска схемы расширения и подается на нее непосредственно или через схему задержки.

Схема задержки запуска применяется для задержки начала развертки дальности относительно момента прихода импульса запуска.

Задержка начала развертки может изменяться от 10 до 50 км при работе на шкалах 200 и 400 км и до 320 км при работе на шкале 80 км.

Принцип работы схемы задержки изложен в приложении в конце книги.

Схема задержки выполнена на трех лампах. Лампа 2 типа 6А7—основная лампа схемы задержки, левая половина лампы 3 типа 6Н8С—катодный повторитель, правая—восстанавливающий диод. Левая половина лампы 4 типа 6Н7С является лампой синхронизации, а на правой ее половине собрана схема ждущего блокинг-генератора.

С каскада запуска импульс запуска через конденсатор 503 поступает на катод диода (правая половина лампы 3). Изменение задержки импульса запуска в указанных выше пределах достигается изменением постоянных напряжений, снимаемых с потенциометров 119, 120 и 124. Постоянная времени в цепи первой сетки лампы 2 (сопротивление 114 и конденсатор 501) подобрана так, чтобы задержка импульса запуска была линейна на всем ее диапазоне. Неискаженная передача выходного импульса схемы задержки на лам-

позволяет использовать переключатель и лампы на частотах, обеспечивающих стабильности частоты импульса запуска.

СЕКРЕТНО
Вклейка № 1 к заказу №87с

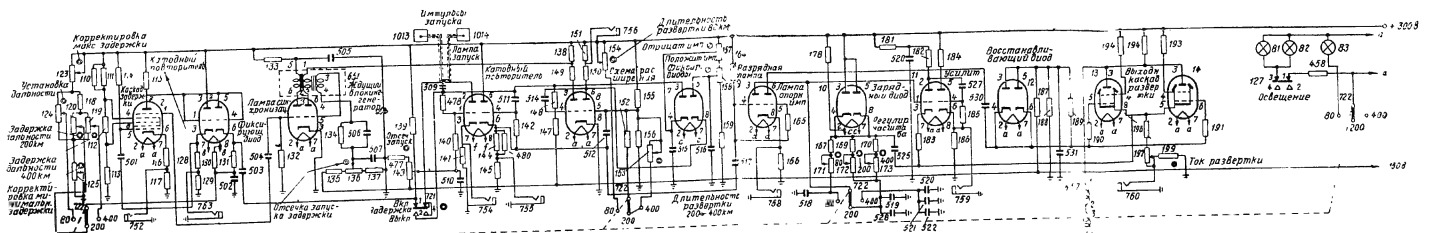


Рис 10. Принципиальная схема разветки дальности ПО-02

пу синхронизации обеспечивается большой постоянной времени переходной цепи (конденсатор 504, сопротивление 182), равной 10 мсек. Так как оба катода лампы 3 с изменением постоянного напряжения, снимаемого с потенциометров 119, 120 и 124, могут иметь сравнительно высокий потенциал относительно земли, то нить накала этой лампы питается от отдельного источника напряжения накала. Для уменьшения разности потенциалов между катодом и нитью накала последняя через высокоомное сопротивление 130 соединяется с движками потенциометров 119, 120 и 124.

Сопротивления 117 и 129 — контрольные и на работу схемы не влияют.

Импульс, выработанный схемой задержки, снимается с катодного сопротивления лампы 2 и подается на сетку лампы синхронизации (левая половина лампы 4). В анодную цепь этой лампы включена одна из обмоток блокинг-трансформатора 651. Две другие обмотки этого трансформатора включены в схему ждущего блокинг-генератора (правая половина лампы 4).

В момент прихода на сетку лампы синхронизации положительного импульса запуска с катода лампы 2 в ее анодной цепи появляется кратковременный отрицательный импульс. Этот импульс посредством индуктивной связи передается с обратным знаком на сетку лампы ждущего блокинг-генератора и отпирает ее. Постоянное отрицательное напряжение, подаваемое на сетку лампы блокинг-генератора и обеспечивающее запирающее лампы до прихода импульса, можно изменять в пределах от 6 до 16,5 в. С приходом импульса блокинг-генератор генерирует в свою очередь одиночный импульс, запускающий схему расширения. Для этого анодные цепи лампы ждущего блокинг-генератора и основной лампы схемы расширения (левая половина лампы 6) связаны друг с другом. Анодный импульс ждущего блокинг-генератора подается на часть анодной нагрузки левой половины лампы 6, состоящей из сопротивлений 138 и 149. Это уменьшает влияние этих схем. Амплитуда выходного импульса ждущего блокинг-генератора порядка 40 в. Принцип действия ждущего блокинг-генератора изложен в приложении.

Схема расширения служит для увеличения длительности короткого импульса запуска от 1 мсек до длительности, соответствующей заданной дальности.

Индикатор кругового обзора имеет три шкалы дальности 80, 200 и 400 км.

Для дальности 400 км длительность импульса схемы расширения соответственно равна 2670 мсек. Для дальности 200 км длительность импульса должна быть оставлена той же, так как на этой дальности должна быть обеспечена возможность секторного обзора, при котором на экране трубки укладывается 400 км. По тем же соображениям для дальности 80 км длительность импульса выбрана равной 1400 мсек, что соответствует дальности 200 км. Кроме того, расширенный импульс должен быть строго П-образной формы с короткими участками нарастания и спада и не должен зависеть от стабильности частоты импульса запуска.

22
 держка импульса запуска была линейна на всем ее диапазоне, не искаженная передача выходного импульса схемы задержки на лам-

Схема расширения с катодным повторителем и ограничивающим диодом включает в себя лампы 6, 7 и правую половину лампы 5. Основным элементом схемы является лампа 6 типа 6Н7С. Правая половина лампы 5 типа 6Н8С — катодный повторитель схемы, а лампа 7 — ограничивающий диод. Принцип действия схемы расширения такого типа изложен в приложении.

Длительность выходных импульсов схемы расширения определяется емкостью конденсатора 512 и величиной сопротивления 152. Постоянная времени этой цепи равна 1,55 мсек, с введением переменных сопротивлений 154 (для шкалы 80 км) и 153 (для шкал 200 и 400 км) эта постоянная времени значительно увеличивается, обеспечивая перекрытие заданных длительностей разверток.

Использование катодного повторителя (правой половины лампы 5) анодного импульса левой половины лампы 6 уменьшает время восстановления схемы, так как оно определяется постоянной времени цепи, состоящей из основного конденсатора 512 и малого входного сопротивления сетка—катод правой половины лампы 5. Наличие катодного повторителя удобно еще тем, что при этом отрицательный запирающий импульс, подаваемый в остальные цепи, получается достаточной мощности.

Кроме вышеуказанного, на время восстановления схемы существенное влияние оказывают паразитные междуэлектродные емкости анод—сетка, создающие дополнительные перепады анодного напряжения в начале и в конце импульса. Ограничение этих перепадов производится включением в анодные цепи ламп диодов (лампа 7), чем достигается ограничение времени установления за счет ограничения напряжения перепада.

Фиксация положительного напряжения схемы расширения левым диодом 7 (левая половина лампы 6Х6С) происходит примерно на уровне напряжения 270 в, а отрицательного напряжения — правым диодом 7 (правая половина лампы 6Х6С) на уровне 170 в. Амплитуда выходного импульса схемы расширения порядка 120 в. Нить накала лампы 5 питается от отдельного источника напряжения накала.

Выходной П-образный импульс схемы расширения, снимаемый с катодного сопротивления правой половины лампы 5, подается на управляющую сетку разрядной лампы (левая половина лампы 9) схемы генератора пилообразного напряжения со следующей емкостной связью.

Схема генератора развертки дальности вырабатывает напряжение пилообразной формы. Длительность вырабатываемого пилообразного импульса определяется длительностью импульса схемы расширения. Схема состоит из генератора пилообразного напряжения (левая половина лампы 9 типа 6Н7С) и зарядного диода 10 типа 6Х6С.

На сетку левой половины лампы 9 поступает П-образный импульс с катодного повторителя схемы расширения. Конденсатор 518 (519, 528, 520, 521, 522) заряжается от конденсатора 525 цепи об-

ратной связи через сопротивления 167 и 171 (169 и 172, 170 и 173) до тех пор, пока к сетке разрядной лампы приложен отрицательный импульс схемы расширения. С прекращением импульса конденсатор разряжается через левую половину лампы 9.

Принцип действия такой схемы изложен в приложении.

Постоянная времени цепи сетки левой половины лампы 9 (разрядной лампы), определяемая емкостью конденсатора 517 и величиной сопротивления 164, равна 0,25 сек. Такая постоянная времени обеспечивает неискаженную передачу расширенного импульса на обе сетки лампы 9. Скорость нарастания пилообразного напряжения и его амплитуда определяются параметрами постоянных и переменных сопротивлений 167—171, 169—172, 170—173 и конденсаторов 518, 519 и 528, 520, 521 и 522 соответственно для масштабов дальности 80, 200 и 400 км.

Амплитуда пилообразных напряжений в среднем положении движков потенциометров масштаба развертки (171, 172, 173) равна 40 в (для шкал 80 и 200 км) и 30 в (для шкалы 400 км).

Для получения линейного пилообразного напряжения ток заряда конденсатора должен сохраняться постоянным. Это достигается путем подачи на катод зарядного диода напряжения, близкого по форме к напряжению на конденсаторе 518 (519, 528, 520, 521, 522). Для этого зарядные сопротивления подключаются к шине +300 в через диод 6Х6С (лампа 10). Диод автоматически запирается на время заряда конденсатора 518 (519, 528, 520, 521, 522), так как на его катод подается дополнительное положительное напряжение через конденсатор 525 с катодной нагрузки выходной лампы.

Емкость конденсатора 525 цепи обратной связи выбрана примерно в 80 раз больше максимальной емкости зарядной цепи (конденсатор 520, 521, 522), и, следовательно, постоянная времени цепи обратной связи получается значительно больше постоянной времени зарядной цепи.

При этом линейность развертки получается такой, что на всех шкалах дальности наибольшее отклонение пилообразного напряжения от линейного закона не превышает 1,5—2%.

Следовательно, во время подачи на сетку левой половины лампы 9 отрицательного импульса схемы расширения на аноде ее будет положительное пилообразное напряжение, линейное во времени.

Как только действие импульса схемы расширения кончается, лампа 9 отпирается и происходит быстрый разряд зарядного конденсатора 518 (519, 528, 520, 521, 522) через лампу.

Пилообразное напряжение с зарядного конденсатора подается на схему усилителя с обратной связью.

Нить накала диода питается от отдельного источника напряжения накала.

Схема усилителя с обратной связью служит для усиления пилообразного напряжения, снимаемого с зарядного конденсатора. В схему входят лампы 11, 12, 13 и 14. Лампа 11 типа 6Н8С — усилитель, лампа 12 типа 6Х6С — восстановитель постоянной составля-

юющей и лампы 13 и 14 типа 6ПЗ — выходные лампы схемы развертки дальности.

Принцип действия такой схемы изложен в приложении в конце книги.

Левая половина лампы 11 усиливает напряжение, равное разности между линейным напряжением на зарядном конденсаторе 519 (519, 528, 520, 521, 522) и напряжением, подаваемым на ее катод через сопротивление 183. С анода первой усилительной лампы (левая половина лампы 11) через переходной конденсатор 527 это разностное напряжение подается на сетку второго усилительного каскада (правая половина лампы 11). Усиленное разностное напряжение снимается с анода правой половины лампы 11 и подается на сетки выходных ламп 13 и 14 цепи развертки дальности. В анод левой половины усилительной лампы 11 включена развязывающая цепь из сопротивления 181 и конденсатора 526. Эта развязывающая цепь уменьшает воздействие импульсов, которые могут попасть на анодную шину на сетку второй усилительной лампы (правая половина лампы 11), чем достигается устойчивость режима схем с обратной связью. Постоянная времени сеточной цепи второй лампы усилителя равна 30 мсек, что обеспечивает неискаженную передачу на ее сетку пилообразного напряжения наибольшей длительности. Величина разностного напряжения между сеткой и катодом левой половины лампы 11 — $0,5 \div 0,76$ в. Коэффициент усиления усилителей (лампы 11) с включенной обратной связью порядка $150 \div 200$.

При передаче импульса с анода второго усилительного каскада (правая половина лампы 11) на сетки выходных ламп 13 и 14 происходит заряд конденсатора 530. За время отсутствия импульса конденсатор должен полностью разрядиться, так как оставшийся на нем заряд внесет значительные искажения.

Для исключения возможных искажений в схему включен восстанавливающий диод (лампа 12).

Восстановление постоянной составляющей напряжения на конденсаторе 527 осуществляется сеточной цепью правой половины лампы 11. Принцип работы лампы восстановления постоянной составляющей изложен в конце книги в приложении.

Выходные лампы до прихода пилообразного напряжения заперты постоянным отрицательным смещением на управляющих сетках. С момента поступления со схемы расширения на сетку разрядной лампы (левая половина лампы 9) отрицательного импульса выходные лампы отпираются положительным импульсом, образующимся на анодной нагрузке правой половины лампы 11. Для этого ее анод гальванически связан с анодом правой половины лампы 9.

Правая половина лампы 9, отпираясь и запираясь одновременно с разрядной лампой (левая половина лампы 9), изменяет напряжение на аноде правой половины лампы 11, обеспечивая этим отпирание выходных ламп на время прямого хода развертки дальности и запираание их на время обратного хода.

26

Смещение на сетки выходных ламп 13 и 14 снимается с делителя напряжения, состоящего из сопротивлений 187 и 188, и равняется примерно 80 в. Постоянная времени сеточной цепи выходных ламп определяется величиной сопротивления 189, емкостью конденсатора 530 и равна 30 мсек, что обеспечивает неискаженное прохождение импульса с анода правой половины лампы 11 на сетки выходных ламп.

В анодную цепь выходных ламп 13 и 14 включены отклоняющие катушки 657. Линейный пилообразный ток, питающий обмотки этих катушек, смещает луч электронно-лучевой трубки в радиальном направлении, образуя развертку дальности.

Амплитуда выходного тока регулируется потенциометром 197 в пределах от 100 до 350 мА.

Амплитуда тока, необходимая для отклонения луча на весь экран трубки, должна быть порядка 170 мА. Такая амплитуда выходного тока позволяет смещать луч по диаметру трубки в режиме секторного обзора. Применение в выходном каскаде двух ламп, работающих в параллель, объясняется большой амплитудой выходного тока.

Сопротивления 190 и 191 в цепях управляющих сеток и сопротивления 192 и 193 в цепях экранирующих сеток служат для предотвращения возбуждения ламп выходного каскада развертки на высоких частотах.

В индикаторе кругового обзора применены отклоняющие катушки открытого типа. Такие катушки и режим их работы описаны в приложении. Данные катушек, примененных в блоке, следующие: индуктивность 0,130 мГн, число витков 2 000. Отклоняющие катушки шунтируются сопротивлением 194, установленным для гашения собственных колебаний, которые могут возникнуть в контуре отклоняющих катушек, образованном индуктивностью катушки с паразитной емкостью.

§ 8. Схема смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута

Для того чтобы на экране трубки создать линии электрического масштаба дальности и азимута, на управляющий электрод трубки необходимо подать импульсы с блока масштабных отметок дальности (блок ДА-01) и с блока масштабных отметок азимута (блок ЖА-50).

Подаваемые на управляющий электрод трубки импульсы масштабных отметок должны регулироваться по соотношению амплитуд и совместно по общей амплитуде отметок масштабной сетки. Для этого в индикаторе предусмотрены возможность выделения импульсов 50 и 100-километровых отметок дальности и 30-градусных отметок азимута и регулировки амплитуды выделенных сигналов. Эти задачи решаются схемой смешивания и усиления масштабных отметок.

27

Принципиальная схема цепи смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута приведена на рис. 11. В схему входят: входная лампа 15 типа 6Н8С, ограничивающий диод—лампа 16 типа 6Х6С, смешивающая лампа 17 типа 6Ж4 и выходная лампа 18 типа 6Н8С.

Входная лампа представляет собой два катодных повторителя, служащих для устранения в индикаторе влияния внешних цепей на цепи смешивания. Импульсы отметок повторяются на катодных сопротивлениях 211 и 213 этих ламп и соответственно подаются на аноды двойного диода 16 (отсекающие диоды), работающего как амплитудный ограничитель с последовательно включенным диодом 17.

Катоды диода через сопротивления соединены с катодом усиленной лампы 17. Постоянный потенциал на катод усиленной лампы задается положительным потенциалом на ее управляющей сетке. Разность потенциалов между анодами и катодами диода до прихода импульсов определяется разностью постоянных напряжений, поданных на сетки ламп входных катодных повторителей (обе половины лампы 15) и на сетку лампы усиительного каскада (лампа 17). Эта разность потенциалов выбирается такой, чтобы диод был закрытым и открывался только с приходом на его анод положительных импульсов отметок. Постоянное напряжение на управляющих сетках лампы 15, снимаемое с потенциометров 207 и 208, может изменяться от —55 до —95 в, а относительно потенциала, подаваемого на управляющую сетку лампы 17, от 0 до —40 до —45 в. Это обеспечивает возможность полной отсеки импульсов. Если же выключателем 728 сетки лампы 15 подсоединить к земле, то эта разность увеличится до —90 до —95 в. Лампа 15 в этом случае окажется закрытой и масштабных отметок не будет.

Смешивание отметок дальности и азимута осуществляется на катодном сопротивлении усиленной лампы 17. Сетка этой лампы по переменному напряжению заземлена через конденсатор 541, следовательно, изменения напряжения в катодной цепи будут усиливаться в анодной цепи этой лампы с тем же знаком. Поскольку длительность импульса отметок мала (порядка 1 мксек), то усилитель должен быть широкополосным. Амплитуду масштабного импульса дальности (при постоянной величине отсеки) определяет коэффициент усиления усилителя с катодным выходом (лампа 17), а также отношение величин переменных сопротивлений 216 и 217 к величине выходного сопротивления этого усилителя.

Коэффициент усиления масштабных импульсов дальности регулируется в пределах от 0,5 до 10 изменением величины сопротивления 216, а коэффициент усиления масштабных импульсов азимута регулируется в пределах от 1 до 10 изменением величины сопротивления 217. Конденсатор 540—блокировочный. Катушка индуктивности 652 включена для корректировки частотной характеристики усилительного каскада. Величина индуктивности регулируется карбоновым сердечником.

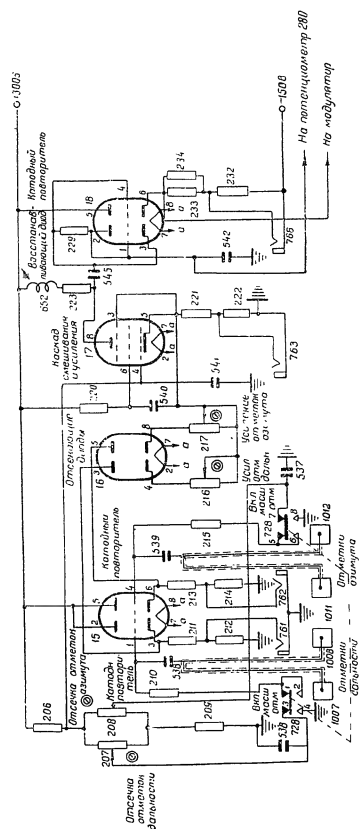


Рис. 11. Принципиальная схема цепи смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута.

Усиленные импульсы с анода лампы 17 через переходной конденсатор 545 подаются на сетку лампы выходного катодного повторителя (чтобы искажения импульсов отсчетов при передаче их в трубку были минимальными, на выходе схемы включен катодный повторитель). Левая половина лампы 18 служит для восстановления постоянной составляющей напряжения на переходном конденсаторе 545.

Емкость переходного конденсатора 545 и величина сопротивления утечки катодного повторителя (правая половина лампы 18) определяют постоянную времени цепи порядка 0,25 сек., что обеспечивает неискаженное прохождение серии импульсов отсчетов аэмометра. Постоянное напряжение на сетке катодного повторителя при вращении ручки ЯРКОСТЬ (переменное сопротивление 280 на рис. 12) может меняться от -150 до +50 в. Конденсатор 542 — блокировочный. Сопротивления 212, 214, 222 и 232 — контрольные и на работу схемы не влияют.

С катода правой половины лампы 18 импульсы массы, бьих отсчетов подаются на управляющий электрод электроннолучевой трубки.

Принципы действия схемы катодного повторителя, схемы амплитудного ограничителя и схемы широкополосного усилителя изложены в приложениях в конце книги.

§ 9. Схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания

Схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания служит для усиления импульсов, поступающих со смесительного устройства (СБ-50). В схему входят три одинаковых широкополосных усилителя с общей анодной нагрузкой, на которой происходит смешивание отраженных сигналов и сигналов опознавания. На выходе цепи усиления поставлен катодный повторитель.

Принципиальная схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания приведена на рис. 12. В схему входят: усилитель отраженных сигналов вертикального канала (лампа 19 типа 6Ж1), усилитель отраженных сигналов наклонного канала (лампа 21 типа 6Ж4), выходная лампа 25 типа 6П8С. Поскольку все усилители схемы одинаковы, рассмотрим один из них, например, усилитель отраженных сигналов вертикального канала.

Положительный импульс отраженного сигнала с амплитудой $2 \div 2,5$ в от блока СБ-50 подается на управляющую сетку лампы широкополосного усилителя через разъем 1005, разделительный конденсатор 548 и сопротивление 236.

С делителя напряжения, состоящего из сопротивлений 239, 240 и 241 и включенных между шиной -150 в и землей, при замыкании контактов 1—3 выключателя 718 на управляющую сетку лампы 19 подается постоянное смещение порядка 1,5 в. С приходом отраженного сигнала в анодной цепи лампы появляется усиленный импульс

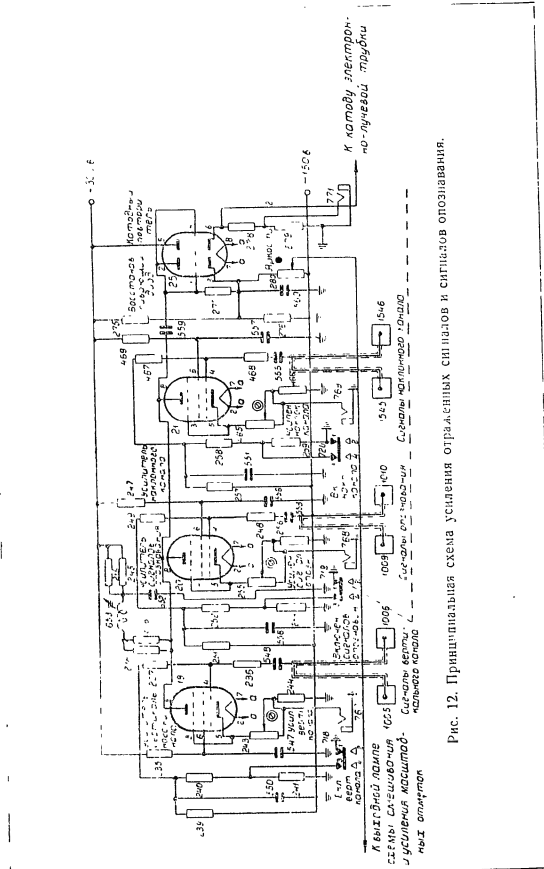


Рис. 12. Принципиальная схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания.

отраженного сигнала отрицательной полярности. При размыкании контактов 1—3 выключателя 718 напряжение на управляющей сетке понижается до -40 в. Конденсатор 550 блокирует цепь управляющей сетки, а конденсатор 517 — цепь экранирующей сетки лампы. Сопротивление 236 ограничивает сеточные токи лампы при подаче на ее управляющую сетку импульсов с большими амплитудами.

Коэффициент усиления лампы 19 регулируется изменением в лампны сопротивления 213 в пределах от 3 до 15. Сопротивление 244 — контрольное.

В анодной цепи усилительных ламп последовательно с анодным сопротивлением включена корректирующая катушка (дрессель в.ч.) 653, индуктивность которой регулируется карбоновым сердечником. Величина анодного сопротивления 216 и 218 и индуктивность корректирующей катушки определяют полосу пропускания усилителя в 1,8 мГц.

Развивающаяся цепь в анодной цепи усилительных ламп состоит из сопротивления 215 и 219 и конденсатора 552. Она снижает анодное напряжение лампы до 90—140 в, обеспечивая этим нормальный режим работы этих ламп и ограничивая рассеиваемую на их анодах мощность.

Отраженные сигналы с анодов усилительных ламп через переходный конденсатор 559 поступают на сетку правой половины лампы 25 (6П18С) выходного катодного повторителя схемы усиления. Восстанавливающий диод (левая половина лампы 25) фиксирует постоянный потенциал на сетке выходного катодного повторителя после переходного конденсатора 559.

На катод трубки с сопротивления 278 через лампу катодного повторителя 25 подается постоянное напряжение порядка $+50 \pm 50$ в, снимаемое с делителя, состоящего из сопротивлений 275, 276 и 280, включенных: первое и второе — между шиной $+300$ в и землей, третье — между шиной -150 в и землей.

Как уже говорилось выше, напряжение, поступающее на управляющий электрод, снимается с переменного сопротивления 280. При вращении ручки ЯРКОСТЬ напряжение на управляющем электроде трубки относительно потенциала ее катода будет изменяться в пределах от 0 до -200 в.

Это обеспечивает полное загибание электронного луча трубки на управляющему электроду. Сопротивление 279 в катод лампы контрольное. С приходом на катод трубки усиленного отрицательного отраженного сигнала потенциал управляющего электрода трубки по отношению к катоду уменьшается и экран трубки в это время засвечивается. Работа схемы широкополосного усилителя, схемы катодного повторителя и схемы восстанавливающего диода изложена в приложении.

§ 10. Схема вращения развертки дальности

Для получения вращения развертки дальности в индикаторе кругового обзора используется вращение отклоняющей катушки син-

хронно с антенной. На рис. 13 представлена принципиальная схема вращения развертки дальности.

Цепь вращения развертки дальности состоит из блока сервомотора БСМ-01, отклоняющей системы 657 и сервоусилителя. В блок сервомотора БСМ-01 входит: сельсина 702 точного слежения типа СС-105, сельсина 703 грубого слежения типа СС-405 и электродвигатель 701 типа СМ-262.

Статорные обмотки сельсинов индикатора соединены с роторными обмотками сельсинов-датчиков, размещенных в блоке ФД-01. Напряжение с роторных обмоток сельсинов индикатора через разъем 1015 поступает на вход сервоусилителя, а с выхода сервоусилителя — на обмотку возбуждения электродвигателя.

При вращении антенны напряжения расселасования, снимаемые с роторных обмоток сельсинов блока сервомотора, усиливаются сервоусилителем и воздействуют на обмотку возбуждения сервомотора, ротор которого вызывает вращение синхронно и синфазно с антенной. Электродвигатель через редуктор вращает отклоняющую катушку 657 индикатора.

Отклоняющая система механически связана с блоком сервомотора.

Принцип действия синхронной передачи угла поворота антенны, конструкция и кинематическая схема блока сервомотора БСМ-01 и описание схемы сервоусилителя приведены в описании синхронно-следящей системы (Техническое описание, ч. III).

Сопротивления 101, 102 и 103 включены в цепь питания электродвигателя (220 в) последовательно с якорем и определяют величину питающего тока.

Сопротивления 483 и 481, включенные параллельно обмотке двигателя, и контрольные сопротивления 484 и 482 служат для контроля надежности контакта между коллектором и щетками по приборам, включаемым в контрольные гнезда 811 и 812. Расположение трубки и отклоняющей системы на пласе блока показано на рис. 11.

§ 11. Цепь управления рабочим режимом трубки

В цепь управления рабочим режимом трубки входит две раздельные схемы: схема управления фокусировкой и схема засвета. Принципиальная схема цепи управления рабочим режимом трубки приведена на рис. 15. В схему управления фокусировкой входит лампа 31 типа 6П13С. В анодную цепь этой лампы включена фокусирующая катушка, а в цепь управляющей сетки включен потенциометр 475, которым можно изменять постоянный потенциал на сетке.

При этом будет изменяться ток фокусирующей катушки в пределах от 5 до 20 мА. Фокусировка луча осуществляется регулировкой тока фокусирующей катушки. Конденсатор 599, заземляющий сетку лампы по переменному напряжению, блокировочный. Принцип

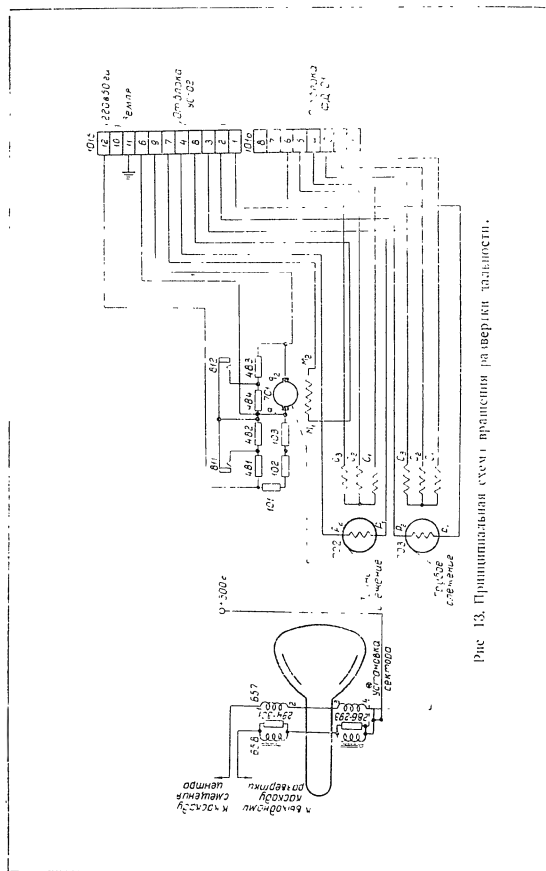


Рис. 13. Принципиальная схема управления на проверку целостности.

34

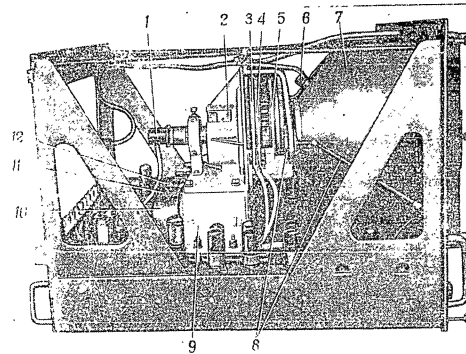


Рис. 14. Расположение трубки и отключающей системы для насосного блока.

1 — ламповая панель электронагревательной трубки; 2 — фокусирующая катушка; 3 — токосъемник отключающей катушки; 4 — шестиполосный отключающий катушечный трансформатор; 5 — токосъемник катушки сдвигающего диода; 6 — конденсатор высоковольтного накала; 7 — токосъемник электронагревательной трубки; 8 — катушка электронагревательной трубки; 9 — элемент механизма установки сектора; 10 — блок секторов БСМ-01; 11 — элемент механизма; 12 — элемент механизма.

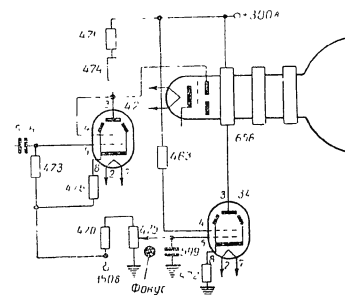


Рис. 15. Принципиальная схема цепи управления рабочим режимом трубки.

35

магнитной фокусировки луча с помощью подобной схемы описан в приложении в конце книги.

В схеме засвета используется лампа 42 типа 6П3С.

Электроннолучевая трубка должна опираться только на время действия развертки. Для этой цели управляющая сетка (через сопротивление 473) и катод лампы 42 (через сопротивление 476) соединены с шиной — 150 в, причем напряжение на катоде подбирается таким, чтобы лампа была овергата. Анодное напряжение в это время около 20 в (относительно земли). Этим напряжением трубка запирается по ускоряющему электроду.

Управляющая сетка связана с катодным повторителем схемы развертки дальности (лампа 5) через развязочный конденсатор 565. С приходом на сетку отрицательного импульса напряжение на сетке понижается (относительно катода), лампа запирается, анодное напряжение лампы увеличивается и трубка открывается на все время длительности импульса схемы расширения, т. е. длительности развертки. Постоянная времени переходной цепи (конденсатор 565 и сопротивление 473), равная 100 мкс, обеспечивает неискаженный переходящий импульс с катода правой половины лампы 5 на сетку лампы 42.

§ 12. Схема смещения центра развертки

Схема смещения центра развертки служит для перемещения начала развертки в любую точку экрана трубки в режиме секторного обзора.

Перемещение начала развертки осуществляется подачей постоянного тока в катушки с замкнутым магнитопроводом. Материал ярма — моноблочный ферритовой с малой коэрцитивной силой.

Принципиальная схема смещения в индикаторе центра развертки приведена на рис. 16.

Величина тока в смещающих катушках регулируется изменением тока лампы 26 типа 6П3С. Для этого потенциометром 283, включенным через переключатель 726, регулируется напряжение смещения на сетке лампы.

В режиме секторного обзора переключатель 726 ставится в положение 2—1. Через лампу проходит ток. В этом случае сопротивление 282 ограничивает подачу положительного напряжения на сетку лампы 26, предохраняя ее тем самым от перегрузки. Сопротивление 281, включенное в катодную цепь лампы, увеличивает ее внутреннее сопротивление и уменьшает амплитуду импульса анодного тока. Это обеспечивает плавное изменение анодного тока лампы смещения. Конденсатор 565 — блокировочный.

В режиме кругового обзора на сетку лампы 26 подается полное напряжение с шины — 150 в (положение 2—1 переключателя 726), лампа заперта и ток через нее не идет.

36

Описание конструкции и принципа работ смещающих катушек с замкнутым магнитопроводом дано в приложении.

§ 13. Система контроля цепей

Для контроля работы ламп и питающих напряжений в индикаторе кругового обзора предусмотрены специальные контрольные гнезда. Все контрольные гнезда выведены на переднюю панель блока.

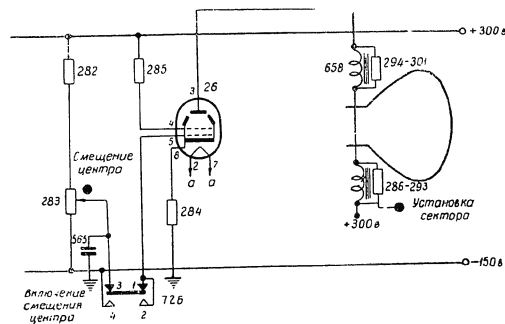


Рис. 16. Принципиальная схема смещения в индикаторе центра развертки.

В каждую контролируемую цепь включаются измерительные (контрольные) сопротивления (последовательно с основными сопротивлениями). С этих сопротивлений снимаются напряжения на контрольные гнезда, в которые включаются приборы (осциллограф или вольтметр). Выбором величин контрольных сопротивлений предусмотрено:

- исключение влияния контрольного сопротивления на работу схемы;
- уравнивание на контрольных гнездах всех проверяемых напряжений, что позволяет пользоваться прибором с одной шкалой;
- исключение шунтирования контрольных сопротивлений измерительными приборами, что могло бы вызвать искажение формы контролируемых напряжений и осциллограмм.

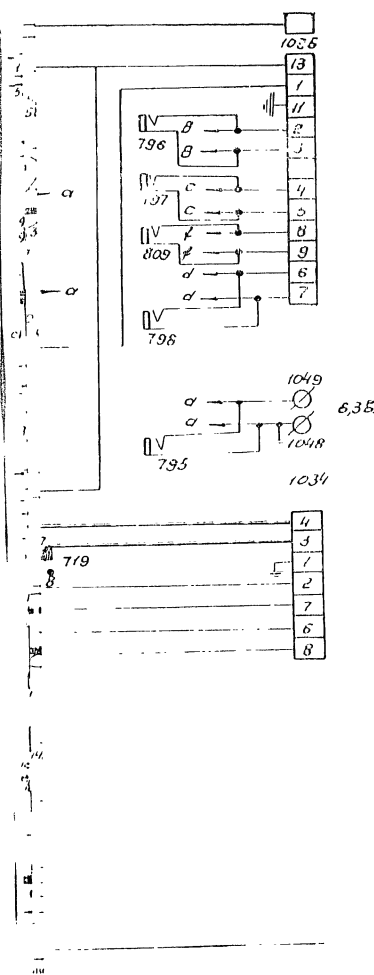
Полная принципиальная схема блока индикатора кругового обзора ПО-02 приведена на рис. 17.

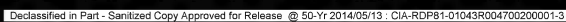
37

СПЕЦИФИКАЦИЯ
К ПОЛНОЙ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЕ БЛОКА ИНДИКАТОРА
КРУТОВОГО ОБЪЕМА ПО-02
(рис. 17)

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
1	Электропроводящая трубка	ЭЛМ-32	
2	Лампа	6A7	
3	"	6H8C	
4	"	6H7C	
5	"	6H8C	
6	"	6H7C	
7	"	6X6	
8	"	6H7C	
9	"	6X6C	
10	"	6H8C	
11	"	6H7C	
12	"	6X6C	
13	"	6H7C	
14	"	6H8C	
15	"	6X6C	
16	"	6A1	
17	"	6H8C	
18	"	6A1	
19	"	6A1	
20	"	6A1	
21	"	6H8C	
22	"	6A1	
23	"	6H8C	
24	"	6A1	
25	"	6H8C	
26	"	6A1	
27	"	6H8C	
28	"	6A1	
29	"	6H8C	
30	"	6A1	
31	"	6H8C	
32	"	6A1	
33	"	6H8C	
34	"	6A1	
35	"	6H8C	
36	"	6A1	
37	"	6H8C	
38	"	6A1	
39	"	6H8C	
40	"	6A1	
41	"	6H8C	
42	"	6A1	
43	"	6H8C	
44	"	6A1	
45	"	6H8C	
46	"	6A1	
47	"	6H8C	
48	"	6A1	
49	"	6H8C	
50	"	6A1	
51	"	6H8C	
52	"	6A1	
53	"	6H8C	
54	"	6A1	
55	"	6H8C	
56	"	6A1	
57	"	6H8C	
58	"	6A1	
59	"	6H8C	
60	"	6A1	
61	"	6H8C	
62	"	6A1	
63	"	6H8C	
64	"	6A1	
65	"	6H8C	
66	"	6A1	
67	"	6H8C	
68	"	6A1	
69	"	6H8C	
70	"	6A1	
71	"	6H8C	
72	"	6A1	
73	"	6H8C	
74	"	6A1	
75	"	6H8C	
76	"	6A1	
77	"	6H8C	
78	"	6A1	
79	"	6H8C	
80	"	6A1	
81	"	6H8C	
82	"	6A1	
83	"	6H8C	
84	"	6A1	
85	"	6H8C	
86	"	6A1	
87	"	6H8C	
88	"	6A1	
89	"	6H8C	
90	"	6A1	
91	"	6H8C	
92	"	6A1	
93	"	6H8C	
94	"	6A1	
95	"	6H8C	
96	"	6A1	
97	"	6H8C	
98	"	6A1	
99	"	6H8C	
100	"	6A1	
101	"	6H8C	
102	"	6A1	
103	"	6H8C	
104	"	6A1	
105	"	6H8C	
106	"	6A1	
107	"	6H8C	
108	"	6A1	
109	"	6H8C	
110	"	6A1	
111	"	6H8C	
112	"	6A1	
113	"	6H8C	
114	"	6A1	
115	"	6H8C	
116	"	6A1	
117	"	6H8C	
118	"	6A1	
119	"	6H8C	
120	"	6A1	
121	"	6H8C	
122	"	6A1	
123	"	6H8C	
124	"	6A1	
125	"	6H8C	

СЕКРЕТНО
Вклейка № 2 к заказу № 87с





СЕКРЕТНО
Вклейка № 11 к заказу № 87с

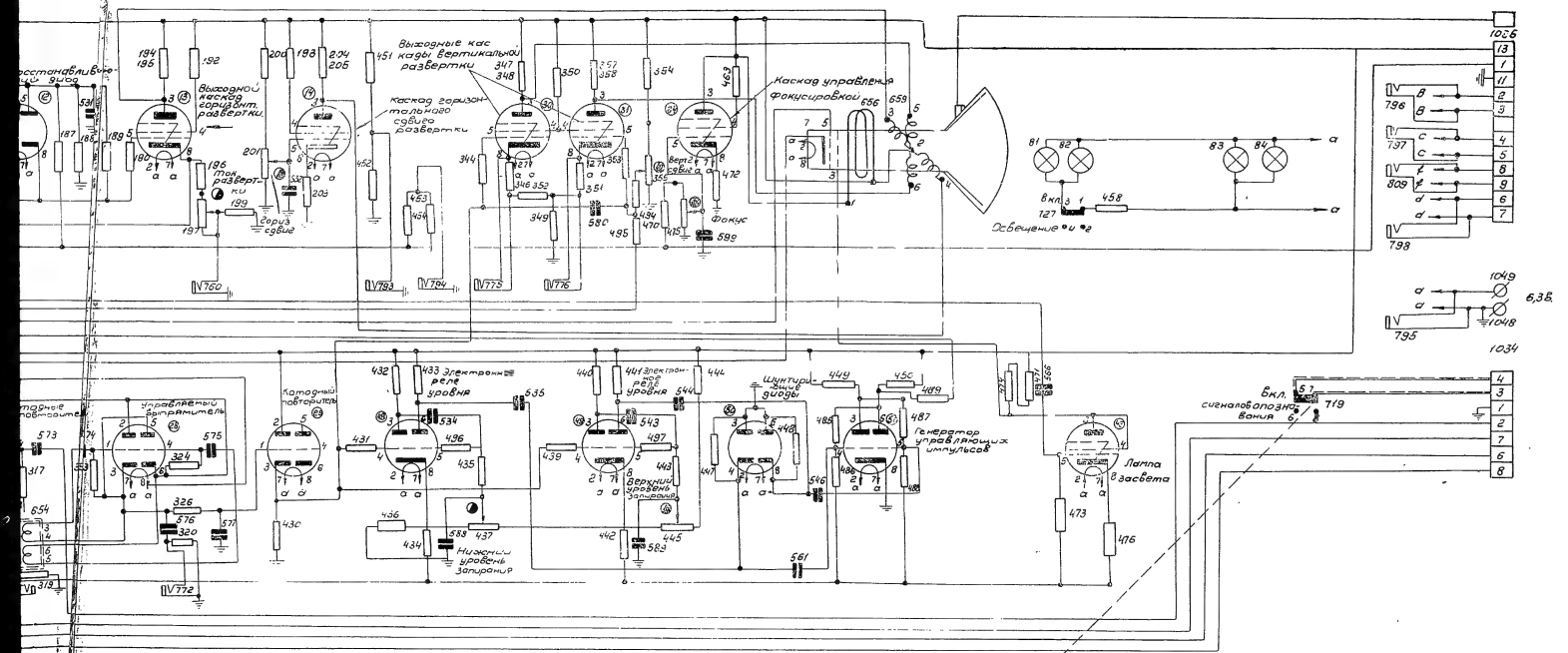


Рис. 17. Полная принципиальная схема блока индикации криволинейного огибающего сигнала

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2014/05/13 : CIA-RDP81-01043R004700200001-3

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
128	Сопrotивление	BC-2.0	47 ком, 10%
129	"	BC-0.25	100 ом, 10%
130	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
131	"	BC-0.5	10 ком, 10%
132	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
133	"	BC-2.0	47 ком, 10%
134	"	BC-0.5	27 ком, 10%
135	"	BC-0.5	0,22 Мом, 10%
136	"	СП-2-22-А	22 ком
137	"	BC-0.5	10 ком, 10%
138	"	BC-0.25	560 ом, 10%
139	"	BC-1.0	3,3 ком, 10%
140	"	BC-0.25	22 ком, 10%
141	"	СВП	25 ом, 5%
142	"	BC-0.25	0,45 Мом, 10%
143	"	СП-2-220-А	220 ком
144	"	BC-2.0	47 ком, 10%
145	"	BC-0.25	100 ом, 10%
146	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
147	"	BC-1.0	0,33 Мом, 5%
148	"	BC-1.0	0,47 Мом, 5%
149	"	BC-2.0	22 ком, 10%
150	"	BC-2.0	22 ком, 10%
151	"	BC-0.25	100 ом, 10%
152	"	BC-0.5	0,47 Мом, 10%
153	"	СП-2-1000-А	1 Мом
154	"	СП-2-1000-А	1 Мом
155	"	BC-0.5	0,82 Мом, 10%
156	"	BC-0.5	0,47 Мом, 10%
157	"	Переменное проволочное, тип 1	10 ком
158	"	Переменное проволочное, тип 1	10 ком
159	"	BC-2.0	10 ком, 10%
164	"	BC-1.0	1 Мом, 10%
165	"	BC-0.25	0,1 Мом, 10%
166	"	BC-0.25	56 ом, 10%
167	"	BC-1.0	1 Мом, 10%
169	"	BC-1.0	1 Мом, 10%
170	"	BC-1.0	1 Мом, 10%
171	"	СП-2-1500-А	1,5 Мом
172	"	СП-2-1500-А	1,5 Мом
173	"	СП-2-1500-А	1,5 Мом
178	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
181	"	BC-0.5	10 ком, 10%
182	"	BC-1.0	33 ком, 10%
183	"	BC-0.5	2,7 ком, 10%
184	"	BC-2.0	47 ком, 10%
185	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
186	"	BC-0.25	100 ом, 10%
187	"	BC-0.25	0,1 Мом, 10%
188	"	BC-0.25	0,12 Мом, 10%
189	"	BC-0.25	1 Мом, 10%

Продолжение				Продолжение			
Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные	Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
190	Сопrotивление	BC-0.25	5,6 ком, 10%	276	Сопrotивление	BC-1.0	39 ком, 10%
191	"	BC-0.25	5,6 ком, 10%	277	"	BC-0.25	0,22 Мом, 10%
192	"	BC-1.0	100 ом, 10%	278	"	BC-1.0	10 ком, 10%
193	"	BC-1.0	100 ом, 10%	279	"	BC-0.25	56 ом, 10%
194	"	BC-2.0	22 ком, 10%	280	"	СП-2-220-А	220 ком
196	"	ПЭ-1	100 ом	282	"	BC-0.5	0,27 Мом, 10%
197	"	Переменное проволочное, тип 2	200 ом, 4 вт	283	"	СП-2-220-А	0,22 Мом
199	"	СБП	5 ом, 50%	284	"	ПЭ-1	600 ом
206	"	BC-1.0	56 ком, 10%	285	"	BC-1.0	100 ом, 10%
207	"	СП-2-22-А	22 ком	286	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
208	"	СП-2-22-А	22 ком	287	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
209	"	BC-0.5	15 ком, 10%	288	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
210	"	BC-0.25	1 Мом, 10%	289	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
211	"	BC-1.0	15 ком, 10%	290	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
212	"	BC-0.35	150 ом, 10%	291	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
213	"	BC-1.0	15 ком, 10%	292	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
214	"	BC-0.25	15 ком, 10%	293	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
215	"	BC-0.25	1 Мом, 10%	294	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
216	"	СП-2-10-А	10 ком	295	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
217	"	СП-2-4,7-А	4,7 ком	296	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
218	"	BC-2.0	8,2 ком, 10%	297	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
219	"	BC-2.0	10 ком, 10%	298	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
220	"	BC-0.5	33 ком, 10%	299	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
221	"	BC-2.0	10 ком, 10%	300	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
222	"	BC-0.25	56 ом, 10%	301	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
223	"	BC-0.5	4,7 ком, 10%	302	"	BC-2.0	0,1 Мом, 10%
229	"	BC-0.25	1 Мом, 10%	303	"	BC-0.5	1 ком, 10%
232	"	BC-0.25	56 ом, 10%	304	"	BC-1.0	0,1 Мом, 10%
233	"	BC-2.0	33 ком, 10%	305	"	BC-0.5	1 ком, 10%
234	"	BC-2.0	33 ком, 10%	306	"	СП-2-1-А	0,5 ом, 10%
235	"	BC-1.0	68 ком, 10%	307	"	СП-2-1-А	0,1 Мом, 10%
236	"	BC-0.25	470 ом, 10%	308	"	BC-0.25	1 ком
237	"	BC-0.25	0,47 Мом, 10%	309	"	BC-0.25	56 ом
239	"	BC-1.0	0,1 Мом, 10%	310	"	BC-0.25	0,47 Мом
240	"	BC-0.5	1 ком, 10%	311	"	BC-0.25	470 ом
241	"	BC-0.5	47 ком, 10%	312	"	BC-1.0	68 ком
243	"	СП-2-1-А	1 ком	313	"	BC-0.5	0,1 Мом
244	"	BC-0.25	56 ом, 10%	314	"	СП-2-П	5 ком
245	"	BC-2.0	10 ком, 10%	315	"	BC-2.0	470 ом
246	"	BC-2.0	8,2 ком, 10%	316	"	BC-1.0	0,47 Мом, 10%
247	"	BC-1.0	68 ком, 10%	317	"	СП-2-47-А	5 ком
248	"	BC-0.25	470 ом, 10%	318	"	BC-0.5	47 ком
249	"	BC-0.25	0,47 Мом, 10%	319	"	BC-0.25	150 ом, 10%
251	"	BC-1.0	0,1 Мом, 10%	320	"	BC-0.25	22 ком, 10%
252	"	BC-0.5	1 ком, 10%	321	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
253	"	BC-0.5	47 ком, 10%	322	"	BC-2.0	100 ком, 10%
255	"	СП-2-1-А	1 ком	323	"	BC-1.0	1 ком, 10%
256	"	BC-0.25	56 ом, 10%	324	"	BC-0.25	100 ком, 10%
257	"	BC-1.0	0,1 Мом, 10%	325	"	BC-1.0	100 ком, 10%
258	"	BC-0.5	1 ком, 10%	326	"	BC-0.25	1 ком, 10%
259	"	BC-0.5	47 ком, 10%	327	"	КСО-5-500-Г-3900-П	3900 пф, 500 в
275	"	BC-1.0	0,15 Мом, 10%	502, 507 510	Конденсатор	КБГ-МП-2В-400-3×0,1 К	3×0,1 мкф, 400 в

Продолжение

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные	Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
503	Конденсатор	КТК-1-500-17-II	47 пф, 500 в	657	Катушка отклоняющая	—	—
504	"	КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в	658	Катушка смещения	СЛ-262	—
505	"	КСО-5-500-А-6800-II	6800 пф, 500 в	701	Двигатель (с выводом средней точки)	СС-105	—
506	"	КСО-2/3-500-А-1050-II	1050 пф, 500 в	702	Сельсин точного слежения	СС-405	—
509	"	КСО-2-500-А-470-II	470 пф, 500 в	703	Сельсин грубого слежения	—	—
511	"	КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	718	Выключатель	—	—
512	"	КСО-5-500-Г-3300-II	3300 пф, 500 в	719	Переключатель двухполюсный	—	—
514	"	КТК-1-500-А-10-II	10 пф, 500 в	720	Выключатель	—	—
515, 516	"	КБГ-МП-2В-600- $\frac{2 \times 0,5}{K}$ -III	2x0,5 мкф, 400 в	721	Переключатель	—	—
517	"	КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	722	Переключатель пакетный	—	—
518	"	КСО-5-500-А-4700-II	4700 пф, 500 в	726	Выключатель	—	—
519	"	КСО-5-500-Г-4700	4700 пф, 500 в	727	Выключатель	—	—
520	"	КСО-5-500-Г-6800	6800 пф, 500 в	728	Переключатель двухполюсный	—	—
521	"	КСО-5-500-Г-6800-II	6800 пф, 500 в	752	Контрольное гнездо	—	—
522	"	КСО-5-500-Г-6800-II	6800 пф, 500 в	753	"	—	—
525	"	КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	754	"	—	—
526	"	КБГ-МН-2В-400- $\frac{2}{K}$ -III	2 мкф, 400 в	755	"	—	—
527	"	КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в	756	"	—	—
528	"	КСО-5-500-Г-4700-II	4700 пф, 500 в	758	"	—	—
530	"	КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в	759	"	—	—
531, 599	"	КБГ-МП-2В-600- $\frac{2 \times 0,5}{K}$ -III	2x0,5 мкф, 400 в	760	"	—	—
536, 537, 541	"	КБГ-МП-3В-400- $\frac{3 \times 0,1}{K}$ -III	3x0,1 мкф, 400 в	761	"	—	—
538	"	КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в	762	"	—	—
539	"	КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в	763	"	—	—
540	"	КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в	766	"	—	—
542, 550, 558	"	КБГ-МП-3В-400- $\frac{3 \times 0,1}{K}$ -III	3x0,1 мкф, 400 в	767	"	—	—
545	"	КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	768	"	—	—
547, 552	"	КБГ-МП-2В-600- $\frac{2 \times 0,5}{K}$ -III	2x0,5 мкф, 400 в	769	"	—	—
548	"	КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	771	"	—	—
551, 560, 565	"	КБГ-МП-3В-400- $\frac{3 \times 0,1}{K}$ -III	3x0,1 мкф, 400 в	793	"	—	—
553	"	КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	794	"	—	—
555	"	КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	795	"	—	—
556, 557	"	КБГ-МП-2В-600- $\frac{2 \times 0,5}{K}$ -III	2x0,5 мкф, 400 в	796	"	—	—
559	"	КСО-5-500-А-4700-II	4700 пф, 500 в	797	"	—	—
566	"	КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	809	"	—	—
651	Блокнг-трансформатор	—	—	811	"	—	—
652	Катушка индуктивности	—	320 мкг*	812	"	—	—
653	"	—	400 мкг	1004	Разъем одноконтактный	—	—
656	Катушка фокусирующая	—	—	1005	"	—	—
				1006	"	—	—
				1007	"	—	—
				1008	"	—	—
				1009	"	—	—
				1010	"	—	—
				1011	"	—	—
				1012	"	—	—

* Индуктивность без магнитного сердечника.

Обозначение из принципиальной схемы	Наименование	Тип	Изображение детали
1013	Разъем 8-по- контактный		
1011	То же		
1015	Разъем 11 кон- тактный		
1016	Разъем 8 кон- тактный		
1017	Разъем 11 кон- тактный		
1545	Разъем 8-по- контактный		
1546	"		
1040	Держатель накала		
1041	"		

4. КОНСТРУКЦИЯ БЛОКА ИНДИКАТОРА

§ 14. Общее описание конструкции

Блок индикатора кругового обзора смонтирован на угловом шасси. На торцевой оптической панели сверху установлена электроподключаемая трубка, край которой находится на уровне передней панели. В центре горизонтальной панели установлен блок БСМ 01, на котором укреплены отклоняющая система трубки. По сторонам от отклоняющей системы расположены лампа и блок питания трансформатор.

Под горизонтальной панелью установлены монтажные детали и размещен монтаж схема.

Органы регулировки индикатора выведены под панель и размещены в специальном обрамлении, расположенном на передней панели. Панель оснащается с боков двумя минификсированными лампочками и закрывается крышкой.

Катушка смещения центра устанавливается оператором в определенном положении, этим выбирается сектор наблюдения и режим секторного обзора. Ручка вращения этой катушки выведена на переднюю панель и связана с системой смещения центра посредством шарнирного соединения.

Потенциометры, оси которых выведены на переднюю панель, закреплены на специальных стойках, размещенных под горизонтальной панелью. На передней панели электроподключаемая трубка закрепляется следующим образом: колба трубки зажимается резиновым колпачком, которое связано плоскими краями, посредством стальной обжимной скобы, прикрепляется к передней панели. Горизонтальная трубка закрепляется специальными зажимами, расположенными на фокусирующей катушке.

Для предохранения от случайных ударов колба трубки помещается в алюминиевую кожу.

Продолжение

Перед экраном трубки располагается рама, проем которой закрыт прозрачным пластиком толщиной 3-5 мм, предохраняющим оператора от осколков и случаев вырыва колбы и служащим одновременно графической шкалой и систофильтром.

Блок НО 02 соединяется с блоками БН 01, УН 02, размещенными с ним в одном шкафу, и с блоками, размещенными в других шкафах (БС 01 и НО 02), через разъемы, расположенные на задней стенке шасси.

Блок индикатора 12 высококачественных разъемов, с помощью которых передается информация (разъемы 1013, 1014), отсчеты (разъемы 1006, 1008), отсчеты азимута (разъемы 1011, 1012), ориентированных сигналов вертикального канала (разъемы 1005, 1009), ориентированных сигналов горизонтального канала (разъемы 1015, 1016), сигналов обнуления (разъемы 1007, 1010).

Напряжение с блока питания подается на индикатор через разъем 1011. Напряжение с блока БСМ 01 подается на индикатор с блока ФН 01, с блока БН 03 подается на разъем 1010. Индикатор с блока БСМ 01 соединяется с блоком БСМ 01.

Напряжение накала, питающее безламповую лампу, подается с блока БСМ 01. Напряжение накала подается на индикатор с блока БСМ 01. Напряжение накала подается на индикатор с блока БСМ 01. Напряжение накала подается на индикатор с блока БСМ 01.

Общий вид блока индикатора кругового обзора показан на рис. 18, 19 и 20.

§ 15. Графическая шкала

Графическая шкала индикатора кругового обзора конструктивно выполнена в виде литой стальной рамы. На этом раме на расстоянии 2 мм от экрана трубки укреплен мануал на подвижном ленте, на котором нанесены деления для шкалы 200 км.

Целью является вращением диска ручкой, расположенной в правом углу рамы.

С лицевой стороны на подвижный диск накладывается обрамляющее кольцо, крепящееся к раме четырьмя болтами. На кольце, у края диска, нанесены деления шкалы с угловыми делениями через 1° от 0 до 360°.

Графическая шкала индикатора кругового обзора показана на рис. 21.

В режиме кругового обзора при отсчете координат цели подвижный диск поворачивается так, чтобы визирная линия проходила через центр изображения цели. Азимут цели считывается по азимутальной шкале, нанесенной на неподвижное кольцо. Наклонная линия цели считывается по кольцам электрической масштабной шкалы, которая при необходимости графической шкалы для цели.

При работе в режиме секторного обзора визирная линия не используется.

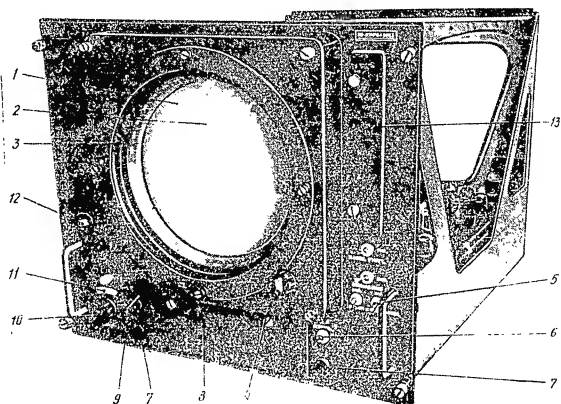


Рис. 18. Общий вид блока индикатора кругового обзора (вид спереди):

1 — экран электролюминесцентной трубки; 2 — визирная линия; 3 — азимутальная шкала; 4 — указатель шкалы (визирной линии); 5 — выключатель отраженных сигналов наклонного канала; 6 — выключатель освещения шкалы; 7 — патрон лампы с рассеивающим экраном; 8 — диаметр шкалы; 9 — выключатель масштаба дальности; 10 — ручка установки дальности; 11 — шкала установки дальности; 12 — ручка установки сектора обзора; 13 — дверца контрольных гнезд.

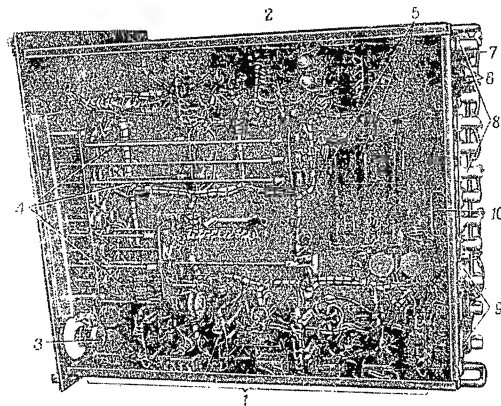


Рис. 20. Общий вид блока индикатора кругового обзора (вид со стороны монтажа):

1 — детали и лампы схемы развертки дальности; 2 — детали и лампы схем смешивания и выделения азимутальных отсчетов, отраженных сигналов и сигналов освещения; 3 — потенциометры частоты азимутальной дальности; 4 — отн. потенциометры, введенные на врезную панель; 5 — гашение сопротивления в цепи азимутальной линии; 6 — резисторы цепи шкалы; 7 — гашение сопротивления в цепи азимутальной линии; 8 — резисторы высокочастотных кабелей; 9 — резисторы силовых кабелей; 10 — контакт окислительной.

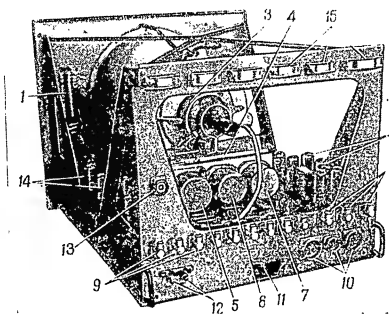


Рис. 19. Общий вид блока индикатора кругового обзора (вид сзади):

1 — колодка с контрольными контактами; 2 — коаксиальный кабель; 3 — коаксиальный кабель; 4 — коаксиальный кабель; 5 — коаксиальный кабель; 6 — коаксиальный кабель; 7 — коаксиальный кабель; 8 — коаксиальный кабель; 9 — коаксиальный кабель; 10 — коаксиальный кабель; 11 — коаксиальный кабель; 12 — коаксиальный кабель; 13 — коаксиальный кабель; 14 — коаксиальный кабель; 15 — коаксиальный кабель.

5. ОПИСАНИЕ ИНДИКАТОРА КРУГОВОГО ОБЗОРА ПО-03

Выносной индикатор кругового обзора предназначен для совместной работы с командным пунктом типа «Ясень». Во время боевой работы он переносится на командный пункт, располагающийся на расстоянии, не превышающем 300 м от станции.

Индикатор ПО-03 по тактико-техническим данным соответствует индикатору ПО-02. Принципиальные схемы обоих индикаторов различаются незначительно. Отличие заключается в том, что в схеме смещения центра развертки в индикаторе ПО-03 последовательно с резистором сопротивлением 283, задающим потенциал на сетку лампы 26 смещения центра развертки, включен потенциометр 179, сопротивление которого значительно меньше сопротивления потенциометра 283 (рис. 22). Благодаря этому появилась возможность плавно регулировать смещение центра развертки.

Конструктивные отличия индикатора ПО-03 от ПО-02 продиктованы требованиями совместной работы индикатора с командным пунктом типа «Ясень» и сводятся к следующему:

1. Для уменьшения параллакса при определении координат целей защитное стекло в индикаторе ПО-03 максимально приближено к экрану трубки.

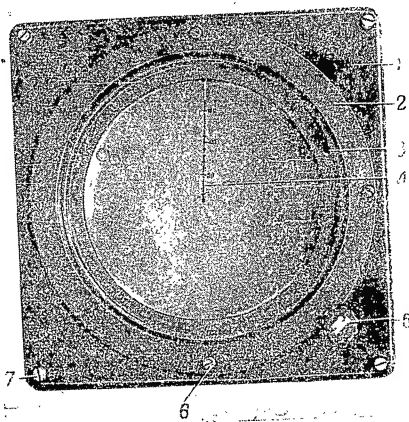


Рис. 21. Графическая шкала индикатора кругового обзора:
1 — рама; 2 — обрамляющее кольцо; 3 — круговая шкала; 4 — визиная линия; 5 — ручка вращения шкалы (винт); 6 — винт крепления обрамляющего кольца; 7 — винт крепления рамы.

2. Для точного совмещения начала развертки с картой введен дополнительная ручка регулировки точного смещения центра развертки — СМЕЩЕНИЕ ЦЕНТРА ТОЧНО.

3. Для более удобной подгонки ось потенциометра регулировки тока развертки выведена к ручке ТОК РАЗВЕРТКИ.

4. Для смещения в пределах 360° линии севера (нулевой азимутальной отметки) введена дополнительная ручка УСТАНОВКА СЕВЕРА. Эта ручка связана со шкалой, позволяющей точно установить линию севера.

Установка линии севера в произвольном положении осуществляется с помощью дифференциала, включенного между выходным зубчатым колесом блока БСМ-01 и паразитным зубчатым колесом, связанным с подшипником отклоняющей системы, на котором закреплена отклоняющая катушка. Дифференциал позволяет вручную поворачивать отклоняющую катушку относительно выходной оси блока сервомотора и таким образом перемещать линию севера.

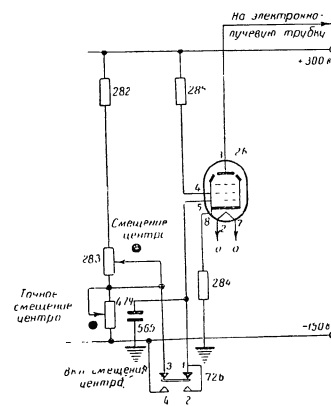


Рис. 22. Принципиальная схема смещения центра развертки в индикаторе ПО-03.

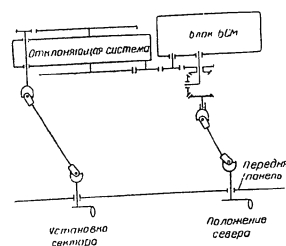


Рис. 23. Кинематическая схема отклоняющей системы.

Кинематическая схема отклоняющей системы приведена на рис. 23.
Общий вид блока индикатора кругового обзора ПО-03 показан на рис. 24.

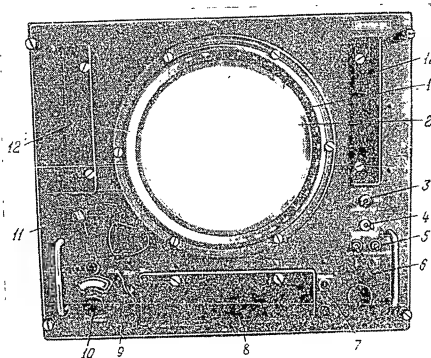


Рис. 24. Общий вид блока индикатора кругового обзора ПО-03 (вид сверху):

1 — азимутальная шкала, 2 — экран электроннолучевой трубки, 3 — шкала индикатора масштабных отметок, 4 — выключатель сигналов опознавания, 5 — выключатель сигналов наклонного канала, 6 — выключатель освещения пикетов, 7 — выключатель освещения пикетов, 8 — выключатель освещения пикетов, 9 — выключатель освещения пикетов, 10 — ручка установки задержки дальности, 11 — ручка установки сектора, 12 — ручка установки центра.

Ручки ВЫБОР СЕКТОРА, УСТАНОВКА СЕВЕРА, СМЕЩЕНИЕ ЦЕНТРА ТОЧНО имеют фиксаторы для исключения случайных расстроек прибора при работе.

ГЛАВА II

ИНДИКАТОР ДАЛЬНОСТИ И АЗИМУТА ВО-01

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНДИКАТОРЕ

§ 16. Назначение

Индикатор дальности и азимута предназначен для работы в системе радиолокационной станции П-20. На его экране воспроизводится план расположения целей в произвольно выбранном, но фиксированном по дальности и по азимуту секторе действия радиолокатора (рис. 25).

Индикатор дальности и азимута служит для получения уточненных данных об азимуте и наклонной дальности цели.

Более точное считывание этих координат возможно благодаря более крупному масштабу развертки на экране трубки по сравнению с масштабами разверток других индикаторов.

На экране индикатора дальности и азимута рассматривается сектор в 60° по азимуту и 50 или 100 км по дальности.

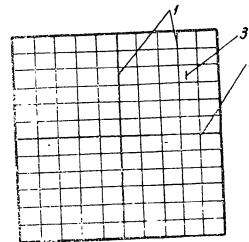


Рис. 25. Изображение на экране индикатора дальности и азимута (масштаб 100 км):

1 — масштабные отметки дальности; 2 — масштабные отметки азимута; 3 — отраженный сигнал.

§ 17. Технические данные

1. Индикация цели осуществляется яркостной отметкой сигнала на экране электроннолучевой трубки.

2. Развертка — горизонтальная (дальность) и вертикальная (азимут).

3. Режим работы блока — обзор в произвольно выбранном секторе, шириной 60° по азимуту.

4. Масштабы дальности — 50 и 100 км.

5. Задержка начала развертки может плавно изменяться от 10 до 350 км.

6. Координаты цели определяются по положению отметки отраженного сигнала относительно сетки электрических масштабных отметок дальности и азимута.

7. Возможно одновременное или раздельное наблюдение на экране трубки отметок отраженных сигналов, поступающих с вертикального и наклонного каналов, а также сигналов, поступающих с выхода приемника опознавания.

§ 18. Составные части

Индикатор дальности и азимута оформлен в виде шкафа, в отсеки которого вставляются следующие блоки:

- блок индикатора дальности и азимута ВО-01;
- блок питания индикатора БП-01;
- телефонная панель ТП-02.

Общий вид шкафа индикатора дальности и азимута показан на рис. 26.

Описание блока питания БП-01 приведено в ч. III Технического описания.

2 ОПИСАНИЕ ИНДИКАТОРА

§ 19. Работа индикатора

Индикатор дальности и азимута является осциллографическим индикатором с горизонтальной и вертикальной развертками и яркостной отметкой сигнала. Основным его элементом является электроннолучевая трубка. Выбранный для наблюдения сектор обзора воспроизводится на экране этой трубки (рис. 25).

Горизонтальная развертка пропорциональна шкале дальности. Эта развертка начинается одновременно с поступлением в блок ВО-01 импульса запуска от манипулятора и поэтому положение каждой точки линии развертки на экране соответствует определенной дальности. Вертикальная развертка пропорциональна шкале азимута. Цепи этой развертки питаются напряжением системы синхронно-следящей передачи угла поворота антенны.

Напряжения развертки по дальности и по азимуту воздействуют на отклоняющую систему электроннолучевой трубки.

Напряжения отраженных сигналов, масштабных отметок дальности, азимута и сигналов опознавания воздействуют на управляющий электрод и катод электроннолучевой трубки точно так же, как и в индикаторе кругового обзора (гл. I, § 4).

Отраженные сигналы и сигналы опознавания создают на экране изображения в виде вертикальных черточек, масштабные отметки дальности — в виде ряда вертикальных линий, соответствующих фиксированным дальностям, масштабные отметки азимута — в виде ряда горизонтальных линий, соответствующих фиксированным углам поворота антенной системы.

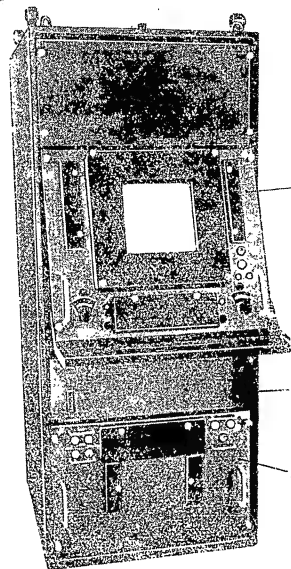


Рис. 26. Общий вид шкафа индикатора дальности и азимута ВО-01:
1 — блок ВО-01; 2 — блок БП-01; 3 — телефонная панель ТП-02.

§ 20. Упрощенная скелетная схема

В упрощенную скелетную схему индикатора дальности и азимута (рис. 27) входят:

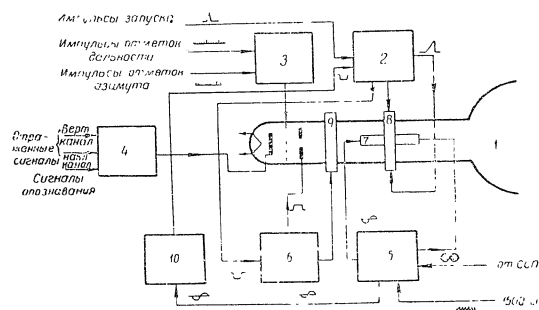


Рис. 27. Упрощенная скелетная схема индикатора дальности и азимута.
1 — электронно-лучевая трубка, 2 — цепь развертки дальности, 3 — цепь смешивания и усиления масштабных отсчетов дальности и азимута, 4 — цепь усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания, 5 — цепь развертки азимута, 6 — цепь управления рабочим режимом трубки, 7 — цепь записи развертки по азимуту, 8 — катушка горизонтального отклонения, 9 — фокусирующая катушка, 10 — цепь развертки по азимуту.

- электронно-лучевая трубка 1;
- цепь развертки дальности 2;
- цепь смешивания и усиления масштабных отсчетов дальности и азимута 3;
- цепь усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания 4;
- цепь развертки азимута 5;
- цепь управления рабочим режимом трубки 6;
- цепь записи развертки по азимуту 10.

В цепях развертки дальности 2 и азимута 5 вырабатывается горизонтальная развертка, перемещающаяся по экрану электронно-лучевой трубки 1 снизу вверх, синхронно с вращением антенны.

На развертке засвечиваются масштабные отметки дальности и азимута, создавая на экране масштабную сетку.

Отраженные сигналы засвечивают вертикальные черточки на экране в местах, соответствующих их расположению в пространстве.

Рабочий режим трубки создается цепью питания 6.

В цепь развертки дальности входят отклоняющие катушки горизонтального отклонения луча 8, а в цепь развертки азимута — катушки вертикального отклонения луча 7.

Фокусирующая катушка 9 входит в цепь питания трубки.

§ 21. Полная скелетная схема

Полная скелетная схема индикатора дальности и азимута приведена на рис. 28.

Электронно-лучевая трубка. В индикаторе дальности и азимута применяется электронно-лучевая трубка типа 31ЛМ32. Управление дугой трубки такое же, как и в индикаторе кругового обзора (§ 6). Описание трубки и цепей ее питания приведено в конце книги в приложении.

Как и в индикаторе кругового обзора, пилообразный ток в отклоняющих катушках вырабатывается в цепи развертки дальности.

Цепь развертки дальности состоит из схемы задержки 1, схемы запуска и расширения 2, схемы генератора пилообразного напряжения 3 и усилителя тока с обратной связью 4. Отклонение электронного луча от одного края экрана трубки к другому краю (развертка) происходит под действием магнитного поля отклоняющих катушек. В цепи развертки дальности вырабатывается периодический пилообразный ток для питания этих катушек. В соответствии с изменением тока в отклоняющих катушках изменяется магнитное поле катушек, т. е. в зависимости от этого электронный луч трубки периодически перемещается по экрану.

Для определения дальности цели необходимо, чтобы момент нарастания тока в отклоняющих катушках совпадал с моментом появления импульса отраженного сигнала или был задержан относительно этого момента на строго определенное время. Для этого роль развертки дальности заучивается импульсом запуска, поступающим от манипулятора через блок ДА-01.

В цепи развертки дальности предусмотрена возможность работы на двух масштабных шкалах — 50 и 100 км.

Переключение шкал производится переключателем 724.

Импульс запуска, в зависимости от положения переключателя 721 подается или на схему расширения через лампу запуска, или через ту же лампу запуска на схему задержки 1. Действующая амплитуда импульса запуска регулируется потенциометром 143 ОТСЕТКА ЗАПУСКА.

Схема задержки. В зависимости от выбранной масштабной шкалы на экране индикатора может рассматриваться участок дальности в 50 или 100 км. С помощью задержки начала развертки можно выводить на экран любой участок дальности в 50 или 100 км в пределах всей дальности действия станции.

Задержку начала развертки устанавливают потенциометром, ось которого имеет ручку УСТАНОВКА ДИСТАНЦИИ со шкалой. На шкале потенциометра 124 каждого из масштабов (50 или 100 км) имеется свой визир.

Для корректировки величины максимальной и минимальной задержки, кроме указанных потенциометров, имеются еще потенциометры 123 и 125 (минимум и максимум задержки), установленные на шасси прибора.

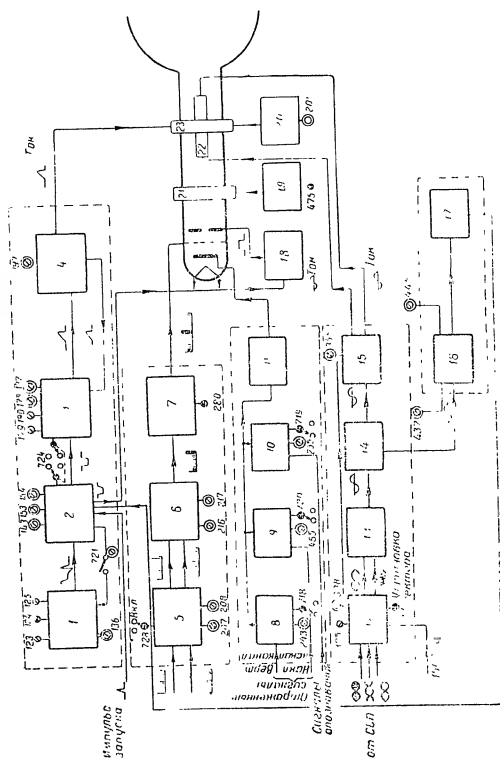


Рис. 28. Полная схематическая схема индикатора дальности и азимута. 1 — схема задержки; 2 — схема запуска и генерации; 3 — схема смешивания и усиления; 4 — схема усиления тока; 5 — схема смешивания и усиления; 6 — схема смешивания и усиления; 7 — схема смешивания и усиления; 8 — схема смешивания и усиления; 9 — схема смешивания и усиления; 10 — схема смешивания и усиления; 11 — схема смешивания и усиления; 12 — схема смешивания и усиления; 13 — схема смешивания и усиления; 14 — схема смешивания и усиления; 15 — схема смешивания и усиления; 16 — схема смешивания и усиления; 17 — схема смешивания и усиления; 18 — схема смешивания и усиления; 19 — схема смешивания и усиления; 20 — схема смешивания и усиления; 21 — схема смешивания и усиления; 22 — схема смешивания и усиления; 23 — схема смешивания и усиления; 24 — схема смешивания и усиления; 25 — схема смешивания и усиления; 26 — схема смешивания и усиления; 27 — схема смешивания и усиления; 28 — схема смешивания и усиления; 29 — схема смешивания и усиления; 30 — схема смешивания и усиления; 31 — схема смешивания и усиления; 32 — схема смешивания и усиления; 33 — схема смешивания и усиления; 34 — схема смешивания и усиления; 35 — схема смешивания и усиления; 36 — схема смешивания и усиления; 37 — схема смешивания и усиления; 38 — схема смешивания и усиления; 39 — схема смешивания и усиления; 40 — схема смешивания и усиления; 41 — схема смешивания и усиления; 42 — схема смешивания и усиления; 43 — схема смешивания и усиления; 44 — схема смешивания и усиления; 45 — схема смешивания и усиления; 46 — схема смешивания и усиления; 47 — схема смешивания и усиления; 48 — схема смешивания и усиления; 49 — схема смешивания и усиления; 50 — схема смешивания и усиления; 51 — схема смешивания и усиления; 52 — схема смешивания и усиления; 53 — схема смешивания и усиления; 54 — схема смешивания и усиления; 55 — схема смешивания и усиления; 56 — схема смешивания и усиления; 57 — схема смешивания и усиления; 58 — схема смешивания и усиления; 59 — схема смешивания и усиления; 60 — схема смешивания и усиления; 61 — схема смешивания и усиления; 62 — схема смешивания и усиления; 63 — схема смешивания и усиления; 64 — схема смешивания и усиления; 65 — схема смешивания и усиления; 66 — схема смешивания и усиления; 67 — схема смешивания и усиления; 68 — схема смешивания и усиления; 69 — схема смешивания и усиления; 70 — схема смешивания и усиления; 71 — схема смешивания и усиления; 72 — схема смешивания и усиления; 73 — схема смешивания и усиления; 74 — схема смешивания и усиления; 75 — схема смешивания и усиления; 76 — схема смешивания и усиления; 77 — схема смешивания и усиления; 78 — схема смешивания и усиления; 79 — схема смешивания и усиления; 80 — схема смешивания и усиления; 81 — схема смешивания и усиления; 82 — схема смешивания и усиления; 83 — схема смешивания и усиления; 84 — схема смешивания и усиления; 85 — схема смешивания и усиления; 86 — схема смешивания и усиления; 87 — схема смешивания и усиления; 88 — схема смешивания и усиления; 89 — схема смешивания и усиления; 90 — схема смешивания и усиления; 91 — схема смешивания и усиления; 92 — схема смешивания и усиления; 93 — схема смешивания и усиления; 94 — схема смешивания и усиления; 95 — схема смешивания и усиления; 96 — схема смешивания и усиления; 97 — схема смешивания и усиления; 98 — схема смешивания и усиления; 99 — схема смешивания и усиления; 100 — схема смешивания и усиления.

При включении задержки импульс запуска поступает на основную лампу схемы задержки, вырабатывающую задержанные импульсы. Эти импульсы запускают ждущий блокинг-генератор, формирующий импульс запуска, задержанный на заданное время. Импульс блокинг-генератора поступает на схему расширения.

Режим работы лампы ждущего блокинг-генератора устанавливается потенциометром 136 ОТСЕЧКА ЗАПУСКА ЗАДЕРЖКИ.

Переключателем 721 можно выключить схему задержки, тогда импульс запуска будет подаваться через лампу запуска непосредственно на схему расширения и развертка дальности будет начинаться одновременно с приходом импульса запуска от манипулятора (без задержки).

Амплитуда импульса запуска регулируется потенциометром 143 ОТСЕЧКА ЗАПУСКА. Схема расширения служит для преобразования короткого запускающего импульса в П-образный импульс длительностью, соответствующей заданной масштабной дальности. Длительность импульса цепи расширения определяет длительность развертки дальности. Эта длительность устанавливается переключением сопротивления с помощью переключателя 724. На шкале 50 км длительность регулируется потенциометром 153, ось которого выведена под шлиц, а на шкале 100 км — потенциометром 151.

Расширенный П-образный импульс подается на генератор пилообразного напряжения цепи развертки дальности.

Генератор пилообразного напряжения развертки дальности вырабатывает напряжение пилообразной формы. Длительность нарастания пилообразного напряжения определяется длительностью отрицательного импульса схемы расширения. Амплитуда пилообразного напряжения регулируется отдельно для каждой из масштабных шкал дальности потенциометрами 175, 177, оси которых выведены под шлиц. Потенциометрами 179 и 180, оси которых выведены на горизонтальную панель, корректируют развертку дальности, добиваясь линейности в начале развертки.

При переходе с одной масштабной шкалы на другую одновременно с переключением элементов схемы расширения переключаются и элементы схемы генератора пилообразного напряжения.

При этом различная скорость нарастания пилообразного напряжения соответствует разным шкалам дальности.

Усилитель тока с обратной связью. Напряжение с выхода генератора развертки дальности 3 подается на усилитель тока с обратной связью 4. Кроме того, на этот же усилитель подается пилообразное напряжение с выходных каскадов схемы. Под воздействием одного пилообразного напряжения выходными каскадами этой схемы вырабатывается линейный пилообразный ток, питающий катушки горизонтального отклонения луча. Амплитуда тока развертки регулируется потенциометром 197, ось которого выведена под шлиц.

Схема смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута 5, 6 и 7 и схема усиления отраженных сигналов 8, 9, 10 и

11 совершенно одинаковы с одноименными цепями в индикаторе кругового обзора (§ 6).

Цепь развертки азимута. Отклонение электронного луча по вертикали в соответствии с вращением антенны происходит под действием магнитного поля катушек вертикального отклонения. В цепи развертки азимута вырабатывается ток, изменяющийся синхронно с вращением антенны. Этот ток создает магнитное поле отклоняющих катушек, смещающее развертку по вертикали.

В цепь развертки азимута входят: входная цепь развертки азимута 12, схема управляемого выпрямителя 13, катодный повторитель сгибающей 14 и выходной каскад цепи развертки азимута 15.

Входные цепи развертки азимута. Основным элементом входной цепи развертки азимута служит сельсин-трансформатор. По трехфазной обмотке статора принимающего сельсин-трансформатора, включенного на входе схемы развертки азимута. Амплитуда напряжения на роторной обмотке сельсин-трансформатора зависит от взаимного расположения роторов сельсин-датчика и сельсин-трансформатора. При вращении ротора сельсин-датчика эта амплитуда изменяется по синусоидальному закону. Поскольку ротор сельсин-датчика вращается с частотой вращения антенны, то и амплитуда напряжения на роторе сельсин-трансформатора будет изменяться с той же частотой. Начальное положение ротора сельсин-трансформатора относительно его статорных обмоток определяет момент нулевого значения амплитуды выходного напряжения.

Для выбора сектора ось ротора сельсин-трансформатора имеет ручку УСТАНОВКА СЕКТОРА. Частота питающего напряжения схемы развертки азимута 1500 гц. Амплитуда этого напряжения, а следовательно, и масштаб вертикальной развертки регулируются потенциометром 305. Величина постоянной составляющей напряжения (напряжение смещения) в схеме развертки азимута устанавливается ручкой потенциометра 308. Входные катодные повторители повторяют напряжение, снимаемое с ротора сельсин-трансформатора и вспомогательное напряжение частоты 1500 гц, поступающее с блока ЖА-50.

Схема управляемого выпрямителя (резольвера). Напряжение с выхода катодного повторителя подается на схему управляемого выпрямителя. Эта схема преобразует входное напряжение, снимаемое с ротора сельсин-трансформатора, так, что на выходе схемы действует синусоидальное напряжение, повторяющее огибающую амплитуду входного напряжения. Выходное напряжение схемы управляемого выпрямителя после повторения катодным повторителем 14 одновременно подается на выходные каскады развертки азимута 15 и на схему преобразования синусоидального напряжения 16.

Выходной каскад цепи развертки азимута. Эта схема преобразует напряжение огибающей амплитуды входного напряжения в ток, изменяющийся по тому же закону. Этим током питаются катушки

вертикального отклонения 22. Потенциометром 355 развертку можно передвигать в вертикальном направлении.

Для получения развертки азимута в индикаторе ВО-01 используется не все синусоидальное напряжение, поступающее с выхода управляемого выпрямителя, а только его наиболее прямолинейный участок в пределах $\pm 30^\circ$ от нулевого значения напряжения (рис. 32).

На время действия остальной части синусоидального напряжения цепь развертки запирается импульсами специальной схемы за-
пирания.

Выбор приблизительно прямолинейного участка синусоидального напряжения определяет сектор обзора на экране индикатора. Выбор этого сектора установкой ротора входного сельсин-трансформатора.

Схема запирания (бланкирования) развертки по азимуту. С целью схемы бланкирования развертки по азимуту производится выключение (запирание) трубки на время нерабочей части развертки азимута. Как было сказано выше, на экране трубки рассматривается сектор в 60° , вне этого сектора развертки на экране трубки быть не должно. В схему запирания входят: цепь преобразования синусоидального напряжения 16 и генератор управляющих импульсов 17 (цепь формирования отрицательных прямоугольных импульсов). Цепь преобразования синусоидального напряжения на входе этого напряжения лампы отпираются и на определенном уровне этого напряжения лампы отпираются и на выходе их образуются положительные прямоугольные импульсы. Уровни отпирания этих ламп сдвинуты и раздельно регулируются потенциометрами 437 и 445, оси которых выведены под шлиц. Первый импульс определяет начало рабочего сектора, а второй — конец. Прямоугольные импульсы после дифференцирования поступают на лампу генератора управляющих импульсов (триггера), в которой вырабатываются отрицательные прямоугольные импульсы, поступающие на сетки лампы запуска схемы, запирая ее на время этого импульса. Таким образом, эта схема управляет схемой развертки длительности, запирая ее на время длительности отрицательного импульса вне рабочего 60-градусного сектора.

Цепь управления рабочим режимом трубки. В цепь управления рабочим режимом трубки входят: схема засвета 18 и схема управления фокусировкой 19.

Схема засвета во время прямого хода луча воздействует на ускоряющий электрод трубки так же, как и в индикаторе ПО-02 (§ 6). Заставляя последнюю отпираться на время действия импульса схемы расширения. Под воздействием этого напряжения трубка будет отпираться по ускоряющему электроду на время длительности разверток дальности и азимута.

Схема управления фокусировкой выполнена так же, как и в индикаторе кругового обзора (§ 6).

Фокусировка электронного луча трубки регулируется потенциометром 475.

Каскад горизонтального сдвига развертки 20 обеспечивает сдвиг начала горизонтальной развертки на левый край. Это позволяет растягивать масштаб развертки на весь экран трубки. Величина сдвига регулируется потенциометром 201, ось которого выведен под шлиц.

3. ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ИНДИКАТОРА

§ 22. Схема развертки дальности

Схема развертки дальности вырабатывает линейно-изменяющийся во времени ток, которым питаются отклоняющие катушки индикатора. Электромагнитное поле, создаваемое этим током, смещает электронный луч трубки в горизонтальном направлении (слева на право).

Начало нарастания тока развертки должно точно совпадать с началом прямого (зондирующего) сигнала передатчика или может быть задержано относительно него на определенное время.

Поэтому в каждый момент времени сила тока в отклоняющих катушках, а следовательно, и соответствующее ей положение следа электронного луча на экране трубки будет соответствовать фиксированной дальности.

В схему развертки дальности индикатора ВО-01 (рис. 29) входят те же элементы, что и в схему развертки дальности индикатора ПО-02, но в первую внесены следующие изменения:

1. Задержка начала развертки при работе на масштабных шкалах 50 и 100 км одинаковы.
2. В схеме расширения импульса изменены пределы его расширения. Для масштаба развертки 50 км длительность расширенного импульса соответственно равна 335 мксек, для масштаба развертки 100 км — 667 мксек.

Из схемы расширения исключены корректирующие диоды (лампа 7 в индикаторе кругового обзора), так как в этом индикаторе нет необходимости восстановления схемы расширения в минимальное время (время восстановления превышает длительность развертки не менее чем в 3 раза).

3. В схеме развертки изменены величины зарядных элементов конденсаторов 522, 523 и сопротивлений 174, 175, 176 и 177 в соответствии с требуемыми масштабными шкалами. Выходным каскадом служат одна лампа 13 типа 6П3С, а не две в параллель, как в индикаторе кругового обзора.

Отклоняющими катушками индикатора дальности и азимута служат катушки с замкнутым магнитопроводом, подробно описанные в приложении в конце книги.

На общем магнитопроводе располагаются две пары катушек: первая пара для развертки дальности и горизонтального сдвига развертки и вторая — для развертки азимута и вертикального сдвига.

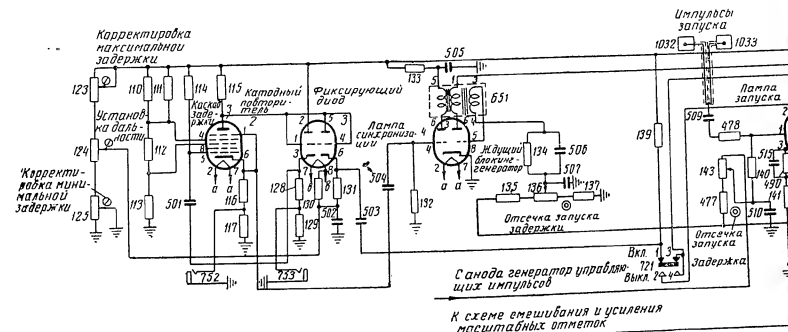


Рис. 29 Принципиальная схема

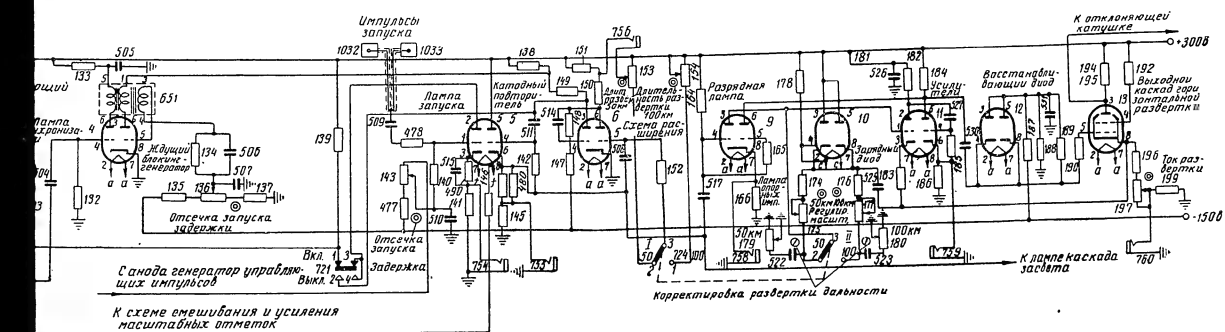


Рис. 29. Принципиальная схема развертки дальности ВО-01.

§ 23. Схема смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута

Схема смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута совершенно одинакова с одноименной схемой в индикаторе кругового обзора (§ 8).

§ 24. Схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания

Схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания так же, как и предыдущая, совершенно одинакова с одноименной схемой в индикаторе кругового обзора (§ 9).

§ 25. Схема развертки азимута

Развертка азимута (вертикальная развертка) в индикаторе дальности и азимута вырабатывается специальной схемой, приведенной на рис. 30.

В схему развертки азимута входят:

- входные цепи развертки азимута;
- управляемый выпрямитель (резольвер);
- схема усилителя постоянного тока (выходные каскады раз-

вертки азимута.)

К входным цепям развертки азимута относятся приемный сельсин-трансформатор 704 типа СС-405 и лампа 27 типа 6П18С (катодный повторитель).

Напряжение с роторных обмоток сельсин-датчика развертки в блоке ХА-01 подается на статорные обмотки приемного сельсин-трансформатора 704. Напряжение с сельсин-трансформатора подается на делитель. Снимаемое с делителя напряжение регулируется потенциометром 305.

Это напряжение подводится к сетке левой половины лампы 27 и с ее катода подается на схему управляемого выпрямителя. На сетку правой половины лампы 27 через конденсатор 573 подается вспомогательное синусоидальное напряжение частоты 1500 гц от блока ЖА-50. Это напряжение повторяется на катоде повторителя и через специальный трансформатор 654 также поступает на схему управляемого выпрямителя.

Уровень постоянного напряжения (смещение управляемого выпрямителя) регулируется потенциометром 308 в пределах 70 ÷ 240 в.

Напряжение с движка потенциометра 308 подается на делитель, состоящий из сопротивлений 492 и 493 и служащий для развязки цепи смещения лампы управляемого выпрямителя от цепи, регулирующей вертикальный сдвиг развертки азимута (сопротивление 355). Сопротивлениями 492 и 493 это напряжение делится пополам так, что постоянное напряжение на сетке лампы 27 будет регулироваться в пределах 35 ÷ 120 в. Конденсатор 571 шунтирует цепь делителя напряжения на частоте 1500 гц.

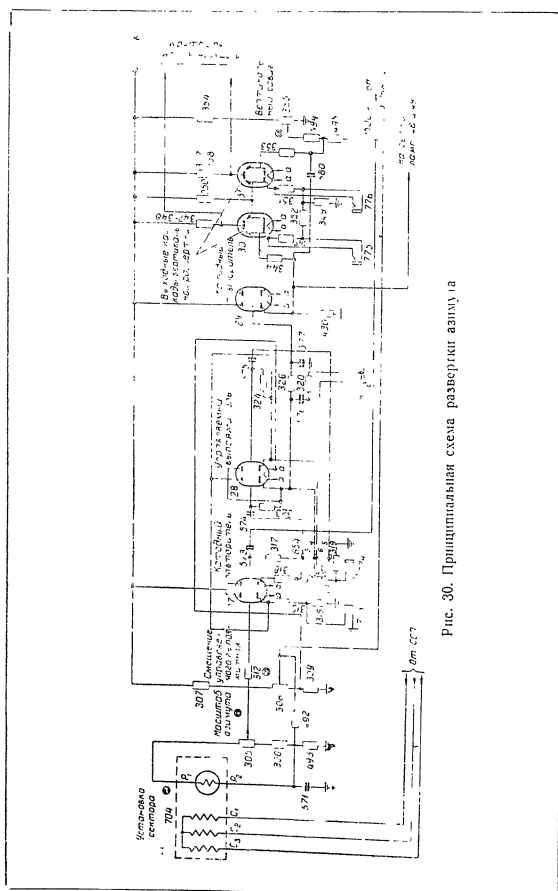


Рис. 30. Принципиальная схема развертки азимута

Схема управляемого выпрямителя (резольвера) служит для выделения огибающей напряжения частоты 1500 гц, амплитуда которого изменяется по синусоидальному закону при вращении антенны. Это напряжение поступает с входных цепей схемы развертки азимута.

В схему управляемого выпрямителя входят лампы 28 и 29 типа 6П18С. Лампа 28 — выпрямитель, а лампа 29 — катодный повторитель. Напряжение с катода лампы 27 подается одновременно на анод левой половины лампы 28 и на катод ее правой половины. К сеткам лампы через трансформатор 654 подводится вспомогательное напряжение (1500 гц). В результате работы этой схемы потенциалы напряжения преобразуются и на выходном конденсаторе 576 выделяется огибающая напряжения, поступающего с роторной обмотки селенно-трансформатора 701.

Принцип действия схемы управляемого выпрямителя изложен в приложении в конце книги.

Постоянная времени сеточных цепей лампы 28 определяется емкостью конденсатора 571 (575) и величиной сопротивления 323 (324). Обе половины лампы управляемого выпрямителя благодаря сечным токам запираются почти на всю длительность периода колебаний частоты 1500 гц. Лишь в пределах угла 25—35° обе половины лампы отпираются. Фильтр на выходе схемы (конденсатор 577, сопротивление 326) сглаживает пульсацию напряжения, снимаемого с конденсатора 576. Сопротивление 320 — контрольное и на работу схемы не влияет.

На подогреватель лампы подается положительный потенциал порядка 100 в с делителя, состоящего из сопротивлений 307, 308 и 309. Это необходимо для уменьшения разности потенциалов между катодом и подогревателем. Подогреватель этой лампы изолирован от корпуса и питается от отдельного источника напряжения накала. От этого же источника питается подогреватель лампы 29 катодного повторителя напряжения управляемого выпрямителя.

С фильтра напряжение поступает на катодный повторитель схемы (лампа 29) и, повторяясь на его катодной нагрузке, одновременно подается на сетки ламп 30 и 31 (6П3С) усилителя постоянного тока и на сетки ламп 48 и 49 схемы преобразования синусоидального напряжения.

Схема усилителя постоянного тока, собранного на лампах 30 и 31 типа 6П3С, преобразует напряжение огибающей входного напряжения в ток такой же формы. Этим током питаются обмотки отклоняющих катушек 22, магнитным полем которых смещается луч электроннолучевой трубки в вертикальном направлении.

Принцип работы такого усилителя постоянного тока изложен в приложении в конце книги.

Постоянный потенциал на сетках ламп 30 и 31 несколько выше потенциала корпуса. Этот потенциал регулируется изменением постоянного напряжения, подаваемого на вход левой половины лампы 27. Для того, чтобы с изменением этого потенциала пятно на

экране трубки не смещалось по вертикали, с потенциометра 308 положительное напряжение одновременно подается на лампы 30 и 31. На лампу 30 напряжение подается через делитель, состоящий из сопротивлений 492 и 493, а на лампу 31 — через делитель, состоящий из сопротивлений 494 и 495. При изменении напряжения, снимаемого с потенциометра 308, одновременно изменяется и напряжение, поступающее на сетки ламп 30 и 31. Разность токов ламп 30 и 31 при этом почти не меняется.

Вертикальный сдвиг осуществляется изменением рабочей точки усилителя постоянного тока. Это достигается изменением напряжения на сетке лампы 31. Напряжение подается с потенциометра 353 через делитель, состоящий из сопротивлений 494 и 495.

Начальный уровень напряжения на сетках ламп 30 и 31 порядка +80 в. Напряжение на сетке лампы 31 может регулироваться потенциометром 355 в пределах от 0 до 200 в.

Конденсатор 580, связывающий сетки ламп 30 и 31, дополнительно уменьшает пульсацию колебаний частоты 1500 гц. Напряжение к экранирующим сеткам ламп 30 и 31 подводится через общее сопротивление 350 и равно 240 в.

Описание катушек отклоняющей системы приведено в приложении.

§ 26. Схема запирания (бланкирования) развертки по азимуту

Схема запирания развертки по азимуту (рис. 31) состоит: — из двух одинаковых электронных реле уровня, образующих цепь преобразования синусоидального напряжения; — дифференцирующей цепи;

- отсекающего диода;
 - симметричного генератора управляющих импульсов.
- Управляется схема запирания синусоидальным напряжением, вырабатываемым схемой развертки азимута.

По эюрмам, изображенным на рис. 32, видно, что электронное реле, собранное на лампе 48 (6Н7С), отпирается, когда синусоидальное напряжение на сетке левой половины лампы достигает определенного уровня. При этом на аноде правой половины лампы 48 образуется положительный прямоугольный импульс. Этот импульс разуется дифференцирующей цепью, а положительный импульс дифференцируется; после дифференцирования отрицательный импульс отсекается левым диодом 50 (6Х6С), а положительный импульс поступает на сетку левой половины лампы генератора управляющих импульсов 51 (6Н7С), отпирая ее левую половину и запирая правую. Напряжение на аноде правой половины лампы 51 возрастает. Анод правой половины лампы 51 соединен с сеткой лампы запуска 5. При повышении напряжения на правом аноде лампы 51 лампа запуска отпирается. Таким образом, момент отпирающей лампы запуска определяет начало рабочего сектора. Электронное реле, собранное на лампе 49 (6Н7С), отпирается на более высоком уровне синусоидального напряжения, чем лампа 48, что обеспечивается подбором напряжения на сетке правой половины лампы 49.

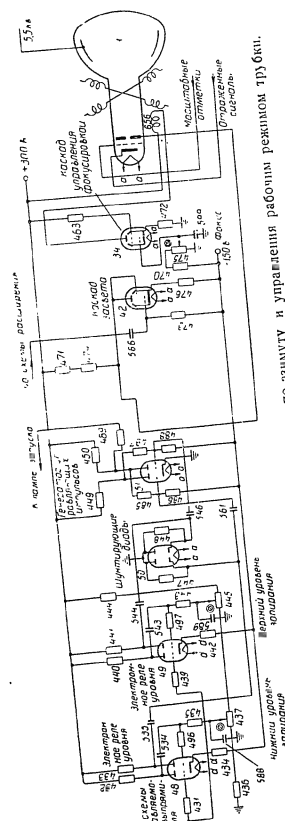


Рис. 31. Принципиальная схема запирания развертки по азимуту и управления рабочим режимом трубки.

Получающийся на аноде правой половины лампы 49 импульс дифференцируется; отрицательный импульс отсекается, а положительный поступает на сетку правой половины лампы 51, отпирая ее и запуская левую. Напряжение на аноде правой половины лампы 51 падает, лампа запуска индикатора запирается. Таким образом, момент отпираания лампы 49 определяет конец рабочего сектора.

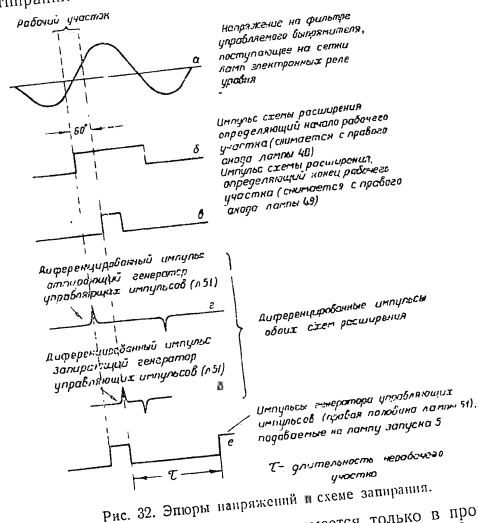


Рис. 32. Эпюры напряжений в схеме записи.

Развертка на экране индикатора имеет только в промежутке времени между отпиранием электронных реле 48 и 49, причем должна быть соблюдена правильная последовательность отпираания ламп, то есть сначала должна отпираться лампа 48, а затем 49.

Схема подачи напряжений на сетки ламп 48 и 49 обеспечивает правильную последовательность их отпираания. Потенциометры 437 и 445 соединены последовательно. Поэтому даже при установке потенциометра 437 в крайнее правое, а потенциометра 445 в крайнее левое положение напряжение на сетке правой половины лампы 49 не может стать ниже, чем на сетке правой половины лампы 48, что обеспечивает необходимую последовательность отпираания электронных реле.

Сопротивления 431 и 439 в сеточных цепях правых половин лампы 48 и 49 ограничивают возможные сеточные токи этих ламп.

Постоянные времени электронных реле, определяемые величинами сопротивлений 435, 443 и емкостями конденсаторов 534, 543, выбраны порядка 0,5 сек, что обеспечивает задержание правых половин ламп электронных реле по сеточным цепям на необходимое время. Постоянная времени дифференцирующей цепи [конденсатор 535 (544) и сопротивление 477 (448)] для положительных импульсов выбрана порядка 1,5 мсек.

Цепь накала ламп 48 и 49 объединена с цепью накала ламп 28 и 29. Принцип работы электронного реле уровня, отсекающего анода и симметричного генератора управляющих импульсов изложен в приложении.

§ 27. Цепь управления рабочим режимом трубки

Схема цепи управления рабочим режимом трубки приведена на рис. 31. В нее, как было сказано выше, входят: схема засвета и схема управления фокусировкой. Эти схемы совершенно одинаковы с аналогичными схемами индикатора кругового обзора (§ 11).

§ 28. Схема сдвига развертки дальности по горизонтали

Схема сдвига развертки дальности по горизонтали приведена на рис. 33. Схема собрана на лампе 14 типа 6П3С. В анодную цепь этой лампы включены обмотки горизонтального сдвига развертки дальности, расположенные на одном каркасе с отклоняющими катушками индикатора.

Обмотки, создающие магнитное поле сдвига, включены таким образом, что ток, проходящий через них, создает магнитное поле, направленное противоположно полю обмоток развертки дальности. Это позволяет сдвигать начало развертки дальности в левый край экрана трубки. Ток в катушках, и следовательно, величина сдвига, регулируется изменением постоянного положительного тока лампы потенциометром 201.

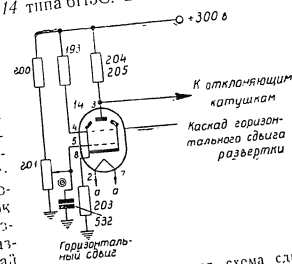


Рис. 33. Принципиальная схема сдвига развертки дальности по горизонтали.

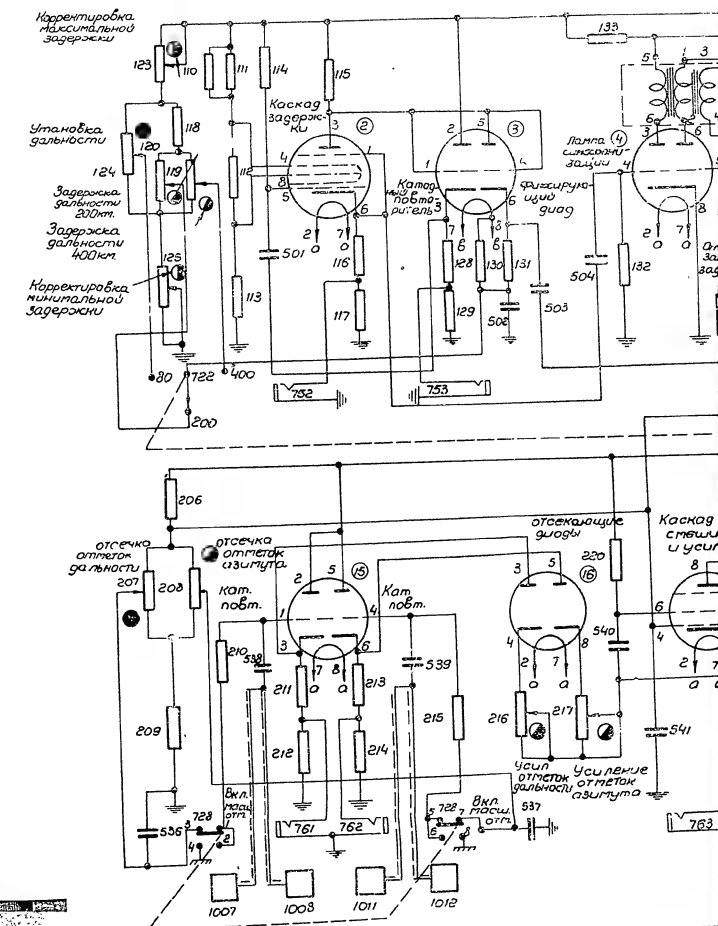
§ 29. Система контроля цепей

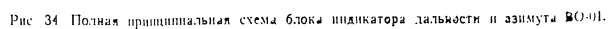
Система контроля цепей индикатора дальности и азимута аналогична системе контроля цепей индикатора кругового обзора (§ 13). Полная принципиальная схема блока индикатора дальности и азимута ВО-01 приведена на рис. 34.

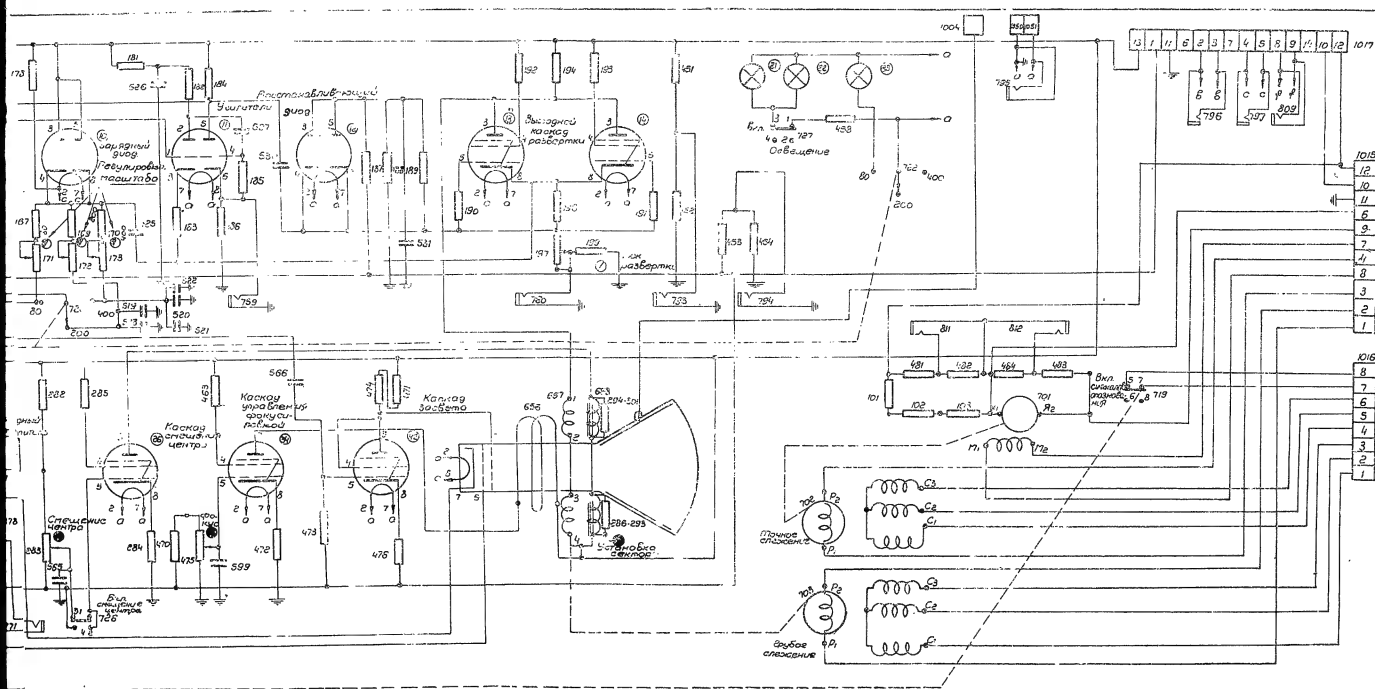
СПЕЦИФИКАЦИЯ
К ПОЛНОЙ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЕ БЛОКА ИНДИКАТОРА
АЗИМУТА И ДАЛЬНОСТИ ВО-01
(рис. 34)

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
1	Электроннолучевая трубка	31ЛМ32	—
2	Лампа	6А7	—
3	"	6Н8С	—
4	"	6Н7С	—
5	"	6Н8С	—
6	"	6Н7С	—
9	"	6Н7С	—
10	"	6Х6С	—
11	"	6Н8С	—
12	"	6Х6С	—
13	"	6П3С	—
14	"	6П3С	—
15	"	6Н8С	—
16	"	6Х6С	—
17	"	6Ж4	—
18	"	6Н8С	—
19	"	6Ж4	—
20	"	6Ж4	—
21	"	6Ж4	—
25	"	6Н8С	—
27	"	6Н8С	—
28	"	6Н8С	—
29	"	6Н7С	—
30	"	6П3С	—
31	"	6П3С	—
34	"	6П3С	—
42	"	6П3С	—
48	"	6Н7С	—
49	"	6Н7С	—
50	"	6Х6С	—
51	"	6Н7С	—
81	Лампа миниатюрная	6,3 в; 0,28 а	—
82	"	6,3 в; 0,28 а	—
83	"	13,5 в; 0,18 а	—
84	"	13,5 в; 0,18 а	—
110	Соппротивление	BC-2,0	68 ком, 10%
111	"	BC-2,0	68 ком, 10%
112	"	BC-0,5	4,7 ком, 10%
113	"	BC-0,5	4,7 ком, 10%
114	"	BC-1,0	1 Мом, 10%
115	"	BC-1,0	1,2 Мом, 10%
116	"	BC-0,5	10 ком, 10%
117	"	BC-0,25	100 ом, 10%
123	"	Проволочное переменное, тип 1	10 ком, 4 вт
124	"	Проволочное переменное, тип 2	18 ком, 4 вт

68







Продолжение

Обозначение по принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
125	Сопротивление	Проволочное переменное, тип I	10 ком, 4 вт
128	"	BC-2.0	47 ком, 10%
129	"	BC-0.25	100 ом, 10%
130	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
131	"	BC-0.5	10 ком, 10%
132	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
133	"	BC-2.0	47 ком, 10%
134	"	BC-0.5	27 ком, 10%
135	"	BC-0.5	0.22 Мом, 10%
136	"	СП-2-22-A	22 ком
137	"	BC-0.5	10 ком, 10%
138	"	BC-0.25	560 ом, 10%
139	"	BC-1.0	3.3 ком, 10%
140	"	BC-0.25	22 ком, 10%
141	"	BC-0.25	100 ом, 10%
142	"	BC-0.25	0.47 Мом, 10%
143	"	СП-2-220-A	220 ком
144	"	BC-2.0	47 ком, 10%
145	"	BC-0.25	100 ом, 10%
146	"	BC-0.25	1 Мом, 1%
147	"	BC-1.0	0.33 Мом, 5%
148	"	BC-1.0	0.47 Мом, 5%
149	"	BC-2.0	22 ком, 10%
150	"	BC-2.0	22 ком, 10%
151	"	BC-0.25	100 ом, 10%
152	"	BC-0.5	0.47 Мом, 10%
153	"	СП-2-1000-A	1 Мом
154	"	СП-2-1000-A	1 Мом
164	"	BC-1.0	1 Мом, 10%
165	"	BC-0.25	0.1 Мом, 10%
166	"	BC-0.25	56 ом, 10%
174	"	BC-1.0	1.2 Мом, 10%
175	"	СП-2-470-A	470 ком
176	"	BC-1.0	1.2 Мом, 10%
177	"	СП-2-470-A	0.47 Мом
178	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
179	"	СП-2-47-A	47 ком
180	"	СП-2-22-A	22 ком
181	"	BC-0.5	10 ком, 10%
182	"	BC-1.0	33 ком, 10%
183	"	BC-0.5	2.7 ком, 10%
184	"	BC-2.0	47 ком, 10%
185	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
186	"	BC-0.25	100 ом, 10%
187	"	BC-0.25	0.1 Мом, 10%
188	"	BC-0.25	0.12 Мом, 10%
189	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
190	"	BC-0.25	5.6 ком, 10%
191	"	BC-1.0	100 ом, 10%
192	"	BC-1.0	100 ом, 10%
193	"	BC-1.0	8.2 ком, 10%
194	"	BC-1.0	8.2 ком, 10%
195	"	BC-1.0	8.2 ком, 10%

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
196	Сопротивление	ПЭ-1	100 ом
197	"	Проволочное перемещаемое, тип 2	200 ом, 4 вт.
199	"	СНП	5 ом, 10%
200	"	BC-0,5	0,1 Мом, 10%
201	"	СП-2-20-A	220 ком
203	"	ПЭ-11	2,5 ком
204	"	BC-1,0	8,2 ком, 10%
205	"	BC-1,0	8,2 ком, 10%
206	"	BC-1,0	56 ком, 10%
207	"	СП-2-22-A	22 ком
208	"	СП-2-22-A	22 ком
209	"	BC-0,5	15 ком, 10%
210	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
211	"	BC-1,0	15 ком, 10%
212	"	BC-0,25	150 ом, 10%
213	"	BC-1,0	15 ком, 10%
214	"	BC-0,25	150 ом, 10%
215	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
216	"	СП-2-10-A	10 ком
217	"	СП-2-4,7-A	4,7 ком
218	"	BC-2,0	8,2 ком, 10%
219	"	BC-2,0	10 ком, 10%
220	"	BC-0,5	33 ком, 10%
221	"	BC-2,0	10 ком, 10%
222	"	BC-0,25	56 ом, 10%
223	"	BC-2,0	4,7 ком, 10%
229	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
232	"	BC-0,25	56 ом, 10%
233	"	BC-2,0	33 ком, 10%
234	"	BC-2,0	33 ком, 10%
235	"	BC-1,0	68 ком, 10%
236	"	BC-0,25	470 ом, 10%
237	"	BC-0,25	0,47 Мом, 10%
239	"	BC 1,0	0,1 Мом, 10%
240	"	BC-0,5	1 ком, 10%
241	"	BC-0,5	47 ком, 10%
243	"	СП-2-1-A	1 ком
244	"	BC-0,25	56 ом, 10%
245	"	BC-2,0	10 ком, 10%
246	"	BC-2,0	8,2 ком, 10%
247	"	BC-1,0	68 ком, 10%
248	"	BC-0,25	470 ом, 10%
249	"	BC-0,25	0,47 Мом, 10%
251	"	BC-1,0	100 ком, 10%
252	"	BC-0,5	1 ком, 10%
253	"	BC-0,5	47 ком, 10%
256	"	СП-2-1-A	1 ком
257	"	BC-0,25	56 ом, 10%
258	"	BC-1,0	100 ком, 10%
259	"	BC-0,5	1 ком, 10%
275	"	BC-0,5	47 ком, 10%
	"	BC-1,0	0,15 Мом, 10%

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
276	Сопротивление	BC-1,0	39 ком, 10%
277	"	BC-0,25	0,22 Мом, 10%
278	"	BC-1,0	10 ком, 10%
280	"	BC-0,25	56 ом, 10%
289	"	СП-2-220-A	220 ком
305	"	СП-2-220-A	220 ком
306	"	BC-0,5	56 ом, 10%
307	"	BC-1,0	27 ком, 10%
308	"	СП-2-68-A	68 ком
309	"	BC-1,0	27 ком, 10%
312	"	BC-0,25	0,1 Мом, 10%
315	"	BC-1,0	15 ком, 10%
316	"	BC-0,25	100 ом, 10%
317	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
318	"	BC-1,0	22 ком, 10%
319	"	BC-0,25	150 ом, 10%
320	"	BC-0,25	220 ом, 10%
323	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
324	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
326	"	BC-0,25	0,47 Мом, 10%
344	"	BC-0,25	1 ком, 10%
346	"	СП	10 ом, 10%
347	"	BC-1,0	8,2 ком, 10%
348	"	BC-1,0	8,2 ком, 10%
349	"	ПЭ-11	700 ом
350	"	BC-2,0	560 ом, 10%
351	"	СБП	10 ом, 10%
352	"	ПЭ-11	500 ом
353	"	BC-0,25	1 ком, 10%
354	"	BC-1,0	33 ком, 10%
355	"	СП-2-68-A	68 ком
357	"	BC-1,0	8,2 ком, 10%
358	"	BC-1,0	8,2 ком, 10%
430	"	BC-2,0	68 ком, 10%
431	"	BC-0,25	0,1 Мом, 10%
432	"	BC-2,0	27 ком, 10%
433	"	BC-2,0	27 ком, 10%
434	"	BC-2,0	68 ком, 10%
435	"	BC-0,25	2,2 Мом, 10%
436	"	BC-0,5	0,1 Мом, 10%
437	"	СП-2-220-A	220 ком
438	"	BC-0,25	0,1 Мом, 10%
439	"	BC-2,0	27 ком, 10%
440	"	BC-2,0	27 ком, 10%
441	"	BC-2,0	82 ком, 10%
442	"	BC-1,0	2,2 Мом, 10%
443	"	BC-0,25	0,18 Мом, 10%
444	"	BC-0,5	220 ком
445	"	СП-2-220-A	2,2 Мом, 10%
447	"	BC-0,25	2,2 Мом, 10%
448	"	BC-0,25	27 ком, 5%
449	"	BC-2,0	27 ком, 5%
450	"	BC-2,0	0,1 Мом, 10%
451	"	BC-2,0	

Продолжение

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
452	Сопротивление	BC-0.5	1 ком, 10%
453		BC-1.0	0,1 Мом, 10%
454		BC-0.5	1 ком, 10%
458		СНП	0,5 ом, 10%
463		BC-2.0	100 ком, 10%
465		СП-2-1-A	1 ком, 10%
466		BC-0.25	56 ом, 10%
467		BC-0.25	0,47 Мом, 10%
468		BC-0.25	470 ом, 10%
469		BC-1.0	68 ком, 10%
470		BC-0.5	100 ком, 10%
471		ПЭ-11	5 ком, 10%
472		BC-2.0	470 ом, 10%
473		BC-1.0	470 ком, 10%
474		ПЭ-11	5 ком, 10%
475		СП-2-47-A	47 ком
476		BC-0.5	150 ом, 10%
477		BC-0.5	120 ком, 10%
478		BC-0.25	4,7 ком, 10%
480		BC-2.0	47 ком, 10%
485		BC-0.5	33 ком, 5%
486		BC-0.5	240 ком, 5%
487		BC-0.5	330 ком, 5%
488		BC-0.5	240 ком, 5%
489		BC-0.5	560 ком, 10%
490		В -0.5	18 ком, 10%
492		BC-0.5	0,22 Мом, 10%
94		В -0.5	1 Мом, 10%
495		BC-0.5	1 Мом, 10%
496		BC-0.25	470 ком, 10%
497		BC-0.25	470 ком, 10%
501	Конденсатор	КСО-5-500-А-3900-II	3900 пф, 500 в
515		КСО-2-500-А-110-II	100 пф
502, 507		КБГ-МП-3В-400- $\frac{2}{3 \times 0,1}$ -III	3x0,1 мкф, 400 в
503		КТК-1-500-47-II	47 пф, 500 в
504		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в
505		КСО-5-500-А-6800-II	6800 пф, 500 в
506		КСО-2/3-500-А-1100-II	1000 пф, 500 в
508		КСО-5-500-А-1800-II	1800 пф, 500 в
509		КСО-2-500-А-470-II	470 пф, 500 в
511		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
514		КТК-1-500-10-II	10 пф, 500 в
517		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф
522		КСО-7-1000-А-3300-II	3300 пф, 1000 в
523		КСО-8-500-А-6800-II	6800 пф, 500 в
525		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
526		КБГ-МН-2В-400- $\frac{2}{2}$ -III	2 мкф, 400 в
527		КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в
530		КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
531, 571	Конденсатор	КБГ-МП-2В-600- $\frac{2 \times 0,5}{K}$ -III	2x0,5 мкф, 400 в
532, 599		КБГ-МП-2В-600- $\frac{2 \times 0,5}{K}$ -III	2x0,5 мкф, 400 в
534		КБГ-МП-2В-600- $\frac{0,5}{I}$ -III	0,5 мкф, 400 в
535		КСО-5-500-А-6800-II	6800 пф, 500 в
536, 537, 541		КБГ-МП-3В-400- $\frac{3 \times 0,1}{K}$ -III	3x0,1 мкф, 400 в
538		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в
539		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в
541		КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в
42, 530, 558		КБГ-МП-3В-400- $\frac{3 \times 0,1}{K}$ -III	3x0,1 мкф, 400 в
543		КБГ-МП-2В-600- $\frac{0,5}{I}$ -III	0,5 мкф, 400 в
544		КСО-5-500-А-6800-II	6800 пф, 500 в
545		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
546		КСО-5-500-А-1800-II	1800 пф, 500 в
547, 552		КБГ-МП-2В-400- $\frac{2 \times 0,5}{K}$ -III	2x0,5 мкф, 400 в
548		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
551, 560		КБГ-МП-2В-600- $\frac{2 \times 0,1}{K}$ -III	2x0,1 мкф, 400 в
553		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
555		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
556, 557		КБГ-МП-2В-600- $\frac{2 \times 0,5}{K}$ -III	2x0,5 мкф, 400 в
559		КСО-5-500-А-4700-II	4700 пф, 500 в
561		КСО-5-500-А-1800-II	1800 пф, 500 в
566		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
573		КБГ-МП-2В-600- $\frac{0,5}{I}$ -III	0,5 мкф, 400 в
574		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
575		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
576		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в
577		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в
580		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в
588, 589		КБГ-МН-2В-200- $\frac{2 \times 1,0}{K}$ -III	2x1 мкф, 400 в
651	Блокнот-трансформатор	—	—
652		Катушка индуктивности	320 мкг
653		То же	400 мкг
654		Трансформатор управляемого выпрямителя	—
656		Катушка фокусирующая	—

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
659	Катушки отклоняющие (4 шт.)	—	—
704	Сельсин СС-405	—	—
718	Выключатель	—	—
719	Переключатель двухполюсный	—	—
720	Выключатель	—	—
721	Переключатель	—	—
724	Переключатель на 2 положения	—	—
727	Выключатель	—	—
728	Переключатель двухполюсный	—	—
752	Контрольное гнездо	—	—
753	"	—	—
754	"	—	—
755	"	—	—
756	"	—	—
758	"	—	—
759	"	—	—
760	"	—	—
761	"	—	—
762	"	—	—
763	"	—	—
766	"	—	—
767	"	—	—
768	"	—	—
769	"	—	—
771	"	—	—
772	"	—	—
773	"	—	—
774	"	—	—
775	"	—	—
776	"	—	—
793	"	—	—
794	"	—	—
795	"	—	—
796	"	—	—
797	"	—	—
798	"	—	—
809	"	—	—
1023	Разъем одноконтный	—	—
1024	"	—	—
1025	"	—	—
1026	"	—	—
1027	"	—	—
1028	"	—	—
1029	"	—	—
1030	"	—	—
1031	"	—	—
1032	"	—	—
1033	"	—	—

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
1034	Разъем 8-контактный	—	—
1035	Разъем 14-контактный	—	—
1515	Разъем одноконтный	—	—
1546	"	—	—

4. КОНСТРУКЦИЯ БЛОКА ИНДИКАТОРА

Блок индикатора дальности и азимута смонтирован на угловом шасси аналогично блоку индикатора кругового обзора. На горизонтальной панели сверху установлена электронно-лучевая трубка, эк-

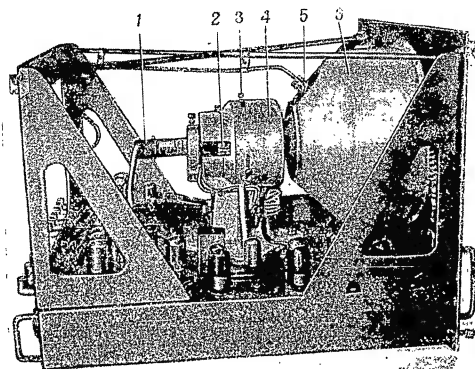


Рис. 35. Расположение трубки и отклоняющей системы на шасси блока:
1 — демпфирующая панель электронно-лучевой трубки; 2 — фокусирующая катушка; 3 — шит для регулировки и закрепления отклоняющей катушки; 4 — отклоняющая система; 5 — колапачок высоковольтного анода электронно-лучевой трубки; 6 — кожух электронно-лучевой трубки.

ран которой находится на уровне передней панели. В центре горизонтальной панели закреплена отклоняющая система индикатора. По бокам шасси размещены лампы и трансформаторы.

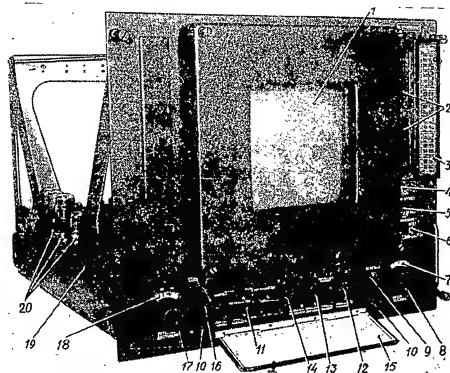


Рис. 36. Общий вид блока индикатора дальности и азимута (вид спереди):

1 — экран электроннолучевой трубки; 2 — контрольные гнезда; 3 — дверца контрольных гнезд; 4 — выключатель масштабных отметок; 5 — выключатель сигналов опознавания; 6 — выключатель отраженных сигналов дальности; 7 — шкала установки сектора обзора; 8 — ручка установки сектора обзора; 9 — выключатель освещения нити; 10 — патрон лампы освещения нити; 11 — нить; 12 — ручка регулировки масштаба азимута; 13 — ручка регулировки яркости; 14 — ручка регулировки фокуса; 15 — дверца нити; 16 — переключатель масштаба дальности; 17 — ручка установки дальности; 18 — шкала установки дальности; 19 — шасси; 20 — лампы развертки дальности.

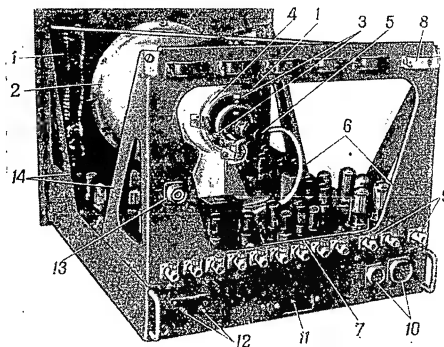


Рис. 37. Общий вид блока индикатора дальности и азимута (вид сзади):

1 — колодка с контрольными гнездами; 2 — резиновое кольцо для крепления электроннолучевой трубки; 3 — установочные шпильки; 4 — изолирующая система; 5 — ламповая панель электроннолучевой трубки; 6 — ламповая панель развертки дальности; 7 — лампы схемы развертки азимута; 8 — лампы для засвечивания кабелей; 9 — разъемы низкочастотных кабелей; 10 — разъемы силовых кабелей; 11 — контактный блок; 12 — зажимы цепи накала «а-а»; 13 — разъем высоковольтного кабеля; 14 — лампы схемы смешивания и усиления масштабных отметок и отраженных сигналов.

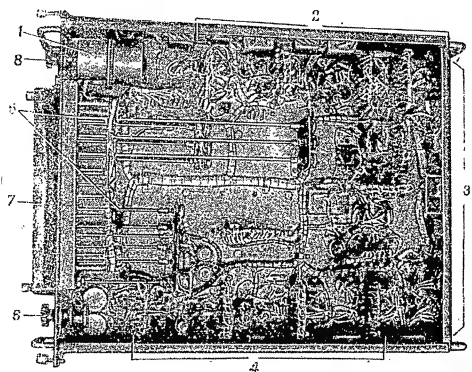


Рис. 38. Общий вид блока индикатора дальности и азимута (вид со стороны монтажа):

1 — гальванический трансформатор; 2 — детали лампы схем сменения и усиления масштаба отсчетов и отраженных сигналов; 3 — детали и лампы схемы разноточки азимута; 4 — детали и лампы схемы разноточки дальности; 5 — оси потенциометров, выведенные на переднюю панель; 6 — ручки установки дальности; 7 — рама; 8 — ручки установки сектора обзора.

Детали и монтаж прибора размещены под горизонтальной панелью и на боковых стенках шасси.

Все органы регулировок, подобно блоку индикатора кругового обзора, расположены в нише.

Потенциометры, оси которых выведены на переднюю панель, и электроннолучевая трубка закреплены так же, как в индикаторе кругового обзора. Расположение трубки и отклоняющей системы на шасси показано на рис. 35.

Назначение рамы с оранжевым плексигласом, расположенной перед экраном трубки, такое же, как и в индикаторе кругового обзора.

Блок ВО-01 соединяется с блоком БП-01, находящимся с ним в одном шкафу, с блоками ПО-02 и НО-02, а также с распределительным щитом через разъемы, расположенные на задней стенке шасси. Всего в индикаторе 12 высокочастотных разъемов, служащих для передачи импульсов запуска (разъемы 1032, 1033), отсчетов дальности (разъемы 1026 и 1027), отсчетов азимута (разъемы 1030 и 1031), отраженных сигналов вертикального канала (разъемы 1024 и 1025), отраженных сигналов наклонного канала (разъемы 1045 и 1046) и сигналов опознавания (разъемы 1028 и 1029).

Напряжения с блока питания подаются на индикатор через разъем 1035. Напряжение с блока ХА-01 подается через разъем 1031. Высокое напряжение на анод электроннолучевой трубки подается через высоковольтный разъем 1023. Напряжение накала, идущее к большинству ламп блока, подается со специальных контактов 1018 и 1019. В одном ряду с силовыми разъемами расположен контакт блокировки.

Общий вид блока индикатора дальности и азимута показан на рис. 36, 37 и 38.

ГЛАВА III

ИНДИКАТОР ВЫСОТЫ НО-02

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНДИКАТОРЕ

§ 30. Назначение

Индикатор высоты предназначен для работы в системе радиолокационной станции П-20 совместно с индикаторами ПО-02 и ВО-01. Он служит для измерения высоты обнаруженных радиолокатором воздушных целей. На экране индикатора высоты засвечиваются точки, по которым с помощью шкалы, помещенной перед экраном, можно определять высоты целей.

§ 31. Технические данные

1. Индикация цели осуществляется яркостной отметкой сигнала на экране электроннолучевой трубки.
2. Развертка — горизонтальная (дальность) и вертикальная (угол поворота антенны).
3. Масштаб дальности — 200 км.
4. Определение высоты методом вертикальной и наклонной антенн. Высота цели на экране трубки определяется визуально по положению отметок отраженных сигналов смешанного вертикального и смешанного наклонного каналов относительно линий равных высот, нанесенных на графическую шкалу, помещенную перед экраном электроннолучевой трубки.
5. В блоке НО-02 предусмотрено последовательное засвечивание в нижней части экрана отраженных сигналов, поступающих по смешанному вертикальному каналу, а в верхней части экрана — отраженных сигналов, поступающих по смешанному наклонному каналу. Это дает возможность одновременно наблюдать на экране отраженные сигналы обоих каналов.

§ 32. Метод определения высоты

При определении высоты цели используется дополнительная антенна наклонного луча. Обе антенны вертикального луча и на-

клонного луча укреплены на общем основании и вращаются совместно вокруг вертикальной оси.

Диаграммы направленности обеих антенн сильно сжаты в горизонтальной плоскости и вытянуты в вертикальной плоскости.

Плоскость излучения антенны вертикального луча перпендикулярна линии горизонта антенны, а наклонного луча наклонена по отношению к горизонту на 45° и развернута в горизонтальной плоскости антенны так, что цель облучается сначала антенной вертикального луча, а при дальнейшем вращении — антенной наклонного луча.

Такая система расположения антенн позволяет выразить угол места цели через угол поворота антенной системы.

Связь между углом места и углом поворота антенной системы определяется формулой

$$\operatorname{tg} \theta = \sin (\varphi - \beta),$$

где φ — угол поворота антенны между двумя последовательными облучениями цели;

θ — угол места;

$\beta = 10^\circ$ — угол разворота антенны в горизонтальной плоскости наклонного луча относительно антенны вертикального луча.

Связь угла места с высотой при заданной дальности определяется формулой

$$H = D \sin \theta + \frac{D^2}{2R},$$

где H — высота полета цели в км;

R — радиус земли в км;

D — искомая дальность в км.

Более подробно метод определения высоты цели рассмотрен в описании приемно-передающей части станции (Техническое описание, ч. 1).

§ 33. Составные части

Общий вид шкафа индикатора высоты показан на рис. 39. Индикатор высоты оформлен в виде шкафа, в отсеки которого вставляются следующие блоки:

- блок отметок угла поворота антенны ЗА-01;
- блок индикатора высоты НО-02;
- телефонная панель ТП-03;
- блок питания индикатора БП-01.

Описание блока отметок угла поворота антенны ЗА-01 и блока питания БП-01 приведено в ч. III. Технического описания.

2 ОПИСАНИЕ ИНДИКАТОРА

§ 34. Работа индикатора

Индикатор высоты является осциллографическим индикатором с горизонтальной и вертикальной развертками и яркостной отметкой сигнала.

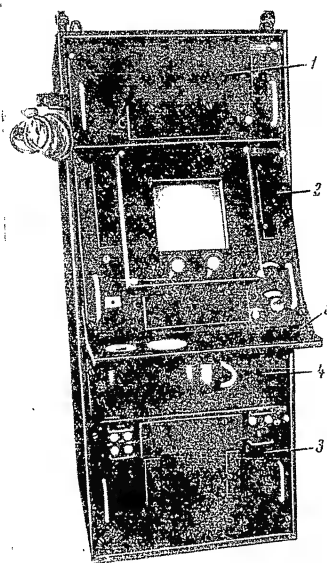


Рис. 39. Общий вид шкафа индикатора высоты.
1—блок ЗА-01; 2—блок НО-02; 3—блок БП-01; 4—телефонная панель ТП-03; 5—стол управления изменением наклона антенны.

Развертка по горизонтальной оси трубки линейна и пропорциональна равномерной шкале дальности. По вертикальной оси развертка экспоненциальна и пропорциональна синусу угла поворота антенной системы относительно любого фиксированного начального угла заданного направления.

Схема развертки дальности блока создает линейно меняющийся во времени ток, которым питаются катушки, отклоняющие луч в горизонтальном направлении; в результате этого луч смещается слева направо по горизонтальной оси трубки.

Схема вертикальной развертки, т. е. развертки угла поворота антенны, создает ток, которым питаются катушки, отклоняющие луч в вертикальном направлении, при этом луч смещается вверх по вертикальной оси трубки. Характер изменения тока вертикальной развертки экспоненциальный за счет экспоненциального заряда конденсатора. Амплитуда напряжения, до которого заряжается конденсатор в данный момент времени, определяется величиной синусоидального напряжения управляемого выпрямителя в этот же момент. Как известно, амплитуда синусоидального напряжения с выхода управляемого выпрямителя пропорциональна углу поворота антенны. Максимальное напряжение, до которого заряжается конденсатор вертикальной развертки, ограничивается амплитудой синусоиды управляемого выпрямителя. Таким образом, в каждый данный момент времени амплитуда вертикальной развертки пропорциональна углу поворота антенны.

Напряжения отраженных сигналов вертикального и наклонного каналов, поступающие на индикатор со смешительно-блокирующего устройства (СБ-50), фиксируются на экране индикатора в виде двух вертикальных черточек, разнесенных по экрану трубки вдоль вертикальной оси. Взаимное расположение этих черточек на экране индикатора определяет значение угла поворота антенной системы между последовательными пересечениями цели вертикальным и наклонным лучами.

Для считывания угла поворота антенной системы на экран трубки подаются отметки угла с блока ЗА-01 независимо от блока ЖА-50 через каждые 5 градусов. Напряжение для образования отметок угла подается с сельсин-датчика 5-ти градусных отметок блока ФД-01 на блок ЗА-01 через сельсин-трансформатор БСТ, расположенный в блоке НО-02 и соединенный с сельсин-трансформатором развертки.

При изменении сектора обзора, т. е. при повороте сельсин-трансформатора развертки (ручка УСТАНОВКА СЕКТОРА), поворачивается и сельсин-трансформатор отметок угла, электрическая сетка на экране индикатора во время его работы остается неподвижной.

Изображение на экране индикатора высоты показано на рис. 40. Для правильной установки нулевой отметки при согласовании блока НО-02 в системе станции имеется возможность подавать отметку азимута с блока ЖА-50. НУЛЕВАЯ ОТМЕТКА или НУЛЕВАЯ ЛИНИЯ устанавливается в нижней части экрана индикатора.

§ 35. Упрощенная скелетная схема

В упрощенную скелетную схему индикатора высоты (рис. 41) входят:

- электроннолучевая трубка 1;
- цепь развертки дальности 2;
- цепь смешивания и усиления масштабных отметок дальности и угла поворота антенны и азимута 3;
- цепь питания развертки угла поворота антенны 4;
- цепь развертки угла поворота антенны 5;
- цепь усиления отраженных сигналов 6;
- цепь управления рабочим режимом трубки 7;
- цепь записывания развертки по углу поворота антенны 11;

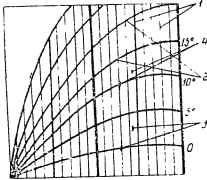


Рис. 40. Изображение на экране индикатора высоты:
1 — масштабные отметки дальности;
2 — масштабные отметки угла поворота антенны;
3 — изображение цели от антенны вертикального луча;
4 — изображение цели от антенны наклонного луча.

ки 10, а в цепь развертки угла поворота антенны — катушки 9. На развертке засвечиваются масштабные отметки дальности и угла поворота антенны, создавая на экране масштабную сетку.

Отраженными сигналами засвечиваются вертикальные черточки на развертке, причем отраженные сигналы вертикального канала попадают в нижнюю, а наклонного канала — в верхнюю часть экрана. Рабочий режим трубки создается цепью питания. Фокусирующая катушка 8 входит в цепь питания трубки.

§ 36. Полная скелетная схема

Полная скелетная схема индикатора высоты приведена на рис. 42.

В индикаторе высоты применяется электроннолучевая трубка типа 31ЛМ32. Управление лучом такое же, как и в индикаторах ПО-02 и ВО-01.

Описание трубки и цепей ее питания приведено в приложении в конце книги.

Как и в предыдущих индикаторах, пилообразный ток в отклоняющих катушках вырабатывается в цепи развертки дальности.

Цепь развертки дальности состоит из схемы запуска и расширения 1, схемы генератора пилообразного напряжения 2 и усилителя тока с обратной связью 3. Отклонение электронного луча от одного

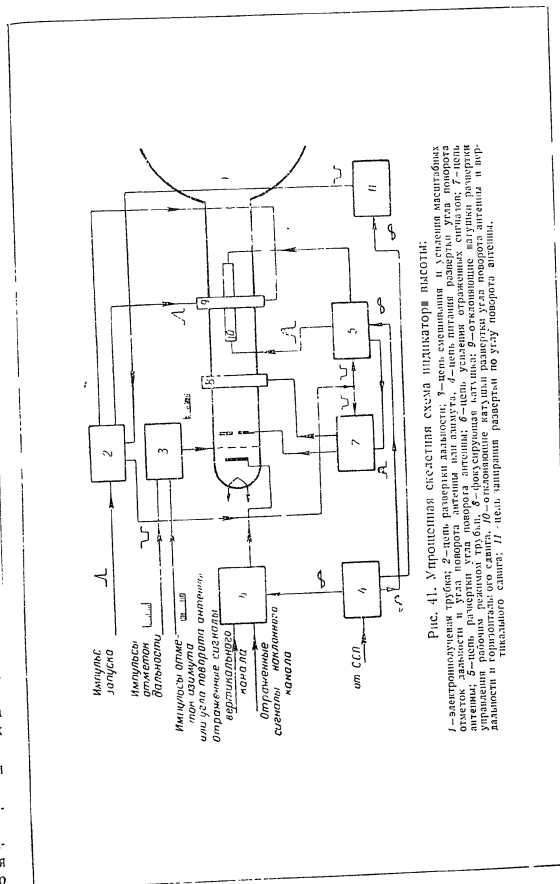
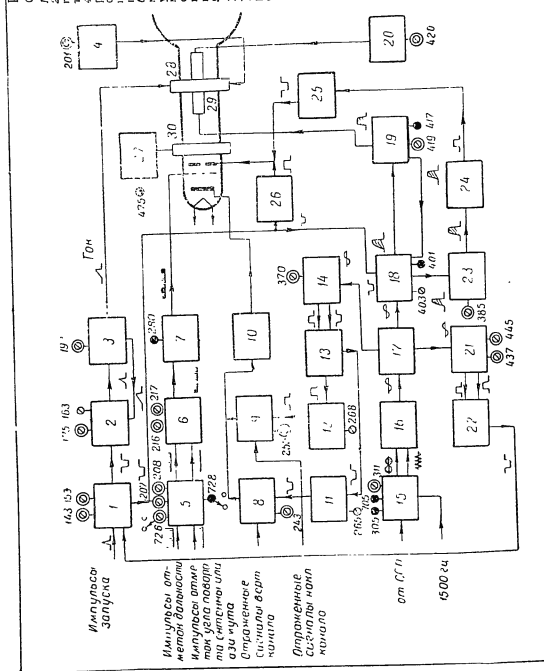


Рис. 41. Упрощенная скелетная схема индикатора высоты:

1 — электроннолучевая трубка; 2 — цепь развертки дальности; 3 — цепь смешивания и усиления масштабных отметок дальности и угла поворота антенны и азимута; 4 — цепь питания развертки угла поворота антенны; 5 — цепь развертки угла поворота антенны; 6 — цепь усиления отраженных сигналов; 7 — цепь управления рабочим режимом трубки; 8 — фокусирующая катушка; 9 — отклоняющие катушки; 10 — цепь записывания развертки по углу поворота антенны; 11 — цепь записывания развертки по углу поворота антенны.

[illegible]

Длительность нарастания пилообразного напряжения определена

ляется длительностью отрицательного импульса схемы расширения. Скорость нарастания пилообразного напряжения регулируется ручкой 401, а амплитуда ручкой 417. Потенциометром 403, ось которого выведена на горизонтальную панель, корректируют искажение начала вертикальной развертки.

в) Каскад ограничения развертки угла поворота антенны ограничивает амплитуду генератора пилообразного напряжения. Такое ограничение необходимо потому, что при больших значениях углов поворота антенной системы (превышающих углы места, соответствующие предельному значению высоты в 16 км) амплитуда напряжения генератора пилообразных колебаний, а следовательно и амплитудное значение тока в отклоняющих катушках, могут превышать амплитудное значение напряжения (тока), соответствующее полному отклонению электронного луча в пределах экрана трубки. Для того чтобы исключить появление больших токов в отклоняющих катушках и тем самым ограничить максимальное напряжение на них, амплитуду генератора пилообразного напряжения необходимо ограничить. Уровень ограничения амплитуды пилообразного напряжения регулируется потенциометром 35б, ось которого выведена под шлиц.

г) Схема усилителя тока с обратной связью аналогична одноименной схеме в цепи развертки дальности.

Каскад сдвига развертки угла поворота антенны обеспечивает сдвиг начала вертикальной развертки на нижний край экрана трубки. Это позволяет использовать для измерения углов поворота антенны весь экран трубки в вертикальном направлении. Схема аналогична схеме горизонтального сдвига в индикаторах ПО-02 и ВО-01.

Цепь усиления видеосигналов получает отраженные сигналы раздельно по двум каналам: наклонному и вертикальному. В цепи усиления сигналы усиливаются и в определенной последовательности поочередно по одному каналу подаются на катод электроннолучевой трубки. Цепь усиления видеосигналов состоит из усилителей отклоняющих сигналов наклонного 8 и вертикального 9 каналов, выходных каскадов схемы усиления отраженных сигналов 10, выходных каскадов управления режимами усилителей наклонного 12 и вертикального 11 каналов; стабилизатора уровня 13 и электронного переключателя 14. На вход цепи усиления отраженных сигналов вертикального и наклонного каналов подаются соответствующие сигналы, которые с выхода усилителей по одному каналу поступают на выходной каскад и далее на катод электроннолучевой трубки. Поочередная работа усилительных каскадов обеспечивается схемой управления режимом усилителей (11, 12, 13 и 14), питающихся выходным напряжением управляемого выпрямителя. Основным элементом этой схемы является электронный переключатель. Питаясь напряжением огибающей амплитуды выходного напряжения развертки угла поворота антенны, электронный переключатель одновременно вырабатывает два напряжения, резко отличающихся одно от

другого по амплитудам. Эти напряжения по двум каналам подаются на усилительные каскады, управляя их рабочим режимом. Усилительный каскад, который в данный момент подключен к каналу с низким потенциалом, заперт и импульсы отраженных сигналов на катод трубки не пропускает. Второй усилительный каскад оказывается в это время подключенным к каналу с высоким потенциалом и пропускает импульсы отраженных сигналов на катод трубки.

Электронный переключатель имеет два устойчивых состояния равновесия. То или другое состояние равновесия электронного переключателя определяется амплитудой и знаком входного напряжения. Переход схемы электронного переключателя из одного состояния равновесия в другое происходит скачком, при этом уровни напряжений на выходе электронного переключателя меняются местами. Соответственно меняется и режим усилительных каскадов, связанных с электронным переключателем. В зависимости от положения движка потенциометра 370 переход электронного переключателя из одного состояния равновесия в другое будет происходить на разных уровнях напряжения огибающей амплитуды входного напряжения развертки угла поворота антенны. Таким образом, будет регулироваться величина угла обзора по вертикальному и наклонному каналам. Напряжение с электронного переключателя подается на стабилизатор уровня, стабилизирующий уровень напряжения каскада, на который в данный момент действует высокий потенциал. Выходные каскады схемы (11 и 12) обеспечивают нормальный режим работы усилительных каскадов.

Потенциометрами 265 и 268, оси которых выведены на горизонтальную панель, устанавливается рабочий режим этих каскадов. Штатными потенциометрами 243 и 255 регулируются коэффициенты усиления каскадов.

Схема записывания развертки по азимуту служит для таких же целей, как и одноименная схема в индикаторе ВО-01. Схема дает возможность воспроизводить на экране трубки масштабную сетку и отраженные сигналы в установленном участке, ограниченном по азимуту (30°). Эта схема состоит из таких же элементов, как и одноименная схема в индикаторе ВО-01.

Цепь управления рабочим режимом трубки состоит из схемы ограничения рабочего участка развертки угла поворота антенны 21 и 25 и, так же, как в индикаторах ВО-01 и ПО-02, из схемы записывания 26 и схемы управления фокусировкой 27.

Фокусировка регулируется ручкой потенциометра 475. Схема ограничения рабочего участка развертки угла поворота антенны включает в себя каскад усиления с момента ограничения по амплитуде развертки угла поворота антенны исключает мешающий подсвет трубки во время нерабочего участка вертикальной развертки. Каскад усиления связывается с каскадом 23, ограничивающим амплитуду развертки угла поворота антенны на входе усилителя амплитуды развертки угла поворота антенны

ляется длительностью отрицательного импульса схемы расширения. Скорость нарастания пилообразного напряжения регулируется ручкой 401, а амплитуда ручкой 417. Потенциометром 403, ось которого выведена на горизонтальную панель, корректируют искажение начала вертикальной развертки.

в) Каскад ограничения развертки угла поворота антенны ограничивает амплитуду генератора пилообразного напряжения. Такое ограничение необходимо потому, что при больших значениях углов поворота антенной системы (превышающих углы места, соответствующие предельному значению высоты в 16 км) амплитуда напряжения генератора пилообразных колебаний, а следовательно и амплитудное значение тока в отклоняющих катушках, могут превышать амплитудное значение напряжения (тока), соответствующее полному отклонению электронного луча в пределах экрана трубки. Для того чтобы исключить появление больших токов в отклоняющих катушках и тем самым ограничить максимальное напряжение на них, амплитуду генератора пилообразного напряжения необходимо ограничить. Уровень ограничения амплитуды пилообразного напряжения регулируется потенциометром 385, ось которого выведена под шлиц.

г) Схема усилителя тока с обратной связью аналогична одной из схем в цепи развертки дальности.

Каскад сдвига развертки угла поворота антенны обеспечивает сдвиг начала вертикальной развертки на нижний край экрана трубки. Это позволяет использовать для измерения углов поворота антенны весь экран трубки в вертикальном направлении. Схема аналогична схеме горизонтального сдвига в индикаторах НО-02 и ВО-01.

Цель усиления видеосигналов получает отраженные сигналы раздельно по двум каналам: наклонному и вертикальному. В цепи усиления сигналы усиливаются и в определенной последовательности поочередно по одному каналу подаются на катод электроннолучевой трубки. Цепь усиления видеосигналов состоит из усилителей отраженных сигналов наклонного 8 и вертикального 9 каналов, выходных каскадов усиления отраженных сигналов 10, выходных каскадов управления режимами усилителей наклонного 12 и вертикального 11 каналов; стабилизатора уровня 13 и электронного переключателя 14. На вход цепи усиления отраженных сигналов вертикального и наклонного каналов подаются соответствующие сигналы, которые с выхода усилителей по одному каналу поступают на выходной каскад и далее на катод электроннолучевой трубки. Поочередная работа усилительных каскадов обеспечивается схемой управления режимом усилителей (11, 12, 13 и 14), питающихся выходным напряжением управляемого выпрямителя. Основным элементом этой схемы является электронный переключатель. Питаясь напряжением отклоняющей амплитуды выходного напряжения развертки угла поворота антенны, электронный переключатель одновременно вырабатывает два напряжения, резко отличающихся одно от

другого по амплитудам. Эти напряжения по двум каналам подаются на усилительные каскады, управляя их рабочим режимом. Усилительный каскад, который в данный момент подключен к каналу с низким потенциалом, заперт и импульсы отраженных сигналов на катод трубки не пропускает. Второй усилительный каскад оказывается в это время подключенным к каналу с высоким потенциалом и пропускает импульсы отраженных сигналов на катод трубки.

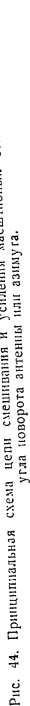
Электронный переключатель имеет два устойчивых состояния равновесия. То или другое состояние равновесия электронного переключателя определяется амплитудой и знаком входного напряжения. Переход схемы электронного переключателя из одного состояния равновесия в другое происходит скачком, при этом уровни напряжений на выходе электронного переключателя меняются местами. Соответственно меняется и режим усилительных каскадов, связанных с электронным переключателем. В зависимости от положения движка потенциометра 370 переход электронного переключателя из одного состояния равновесия в другое будет происходить на разных уровнях напряжения отклоняющей амплитуды входного напряжения развертки угла поворота антенны. Таким образом, будет регулироваться величина угла обзора по вертикальному и наклонному каналам. Напряжение с электронного переключателя подается на стабилизатор уровня, стабилизирующий уровень напряжения каскада, на который в данный момент действует высокий потенциал. Выходные каскады схемы (11 и 12) обеспечивают нормальный режим работы усилительных каскадов.

Потенциометрами 265 и 268, оси которых выведены на горизонтальную панель, устанавливается рабочий режим этих каскадов. Шлицами потенциометров 243 и 255 регулируются коэффициенты усиления каскадов.

Схема записывания развертки по азимуту служит для таких же целей, как и одноименная схема в индикаторе ВО-01. Схема дает возможность воспроизводить на экране трубки масштабную сетку и отраженные сигналы в установленном участке, ограниченном по азимуту (30°). Эта схема состоит из таких же элементов, как и одноименная схема в индикаторе ВО-01.

Цепь управления рабочим режимом трубки состоит из схемы ограничения рабочего участка развертки угла поворота антенны 21 и 25 и, так же, как в индикаторах ВО-01 и ПО-02, из схемы засвета 26 и схемы управления фокусировкой 27.

Фокусировка регулируется ручкой потенциометра 475. Схема ограничения рабочего участка развертки угла поворота антенны включает в себя каскад усиления 24 и выходной каскад 25. Записывание вертикальной развертки с момента ограничения по амплитуде развертки угла поворота антенны исключает мешающий подсвет трубки во время нерабочего участка вертикальной развертки. Каскад усиления связывается с каскадом 23, ограничивающим амплитуду развертки угла поворота антенны на входе усилителя



(1079), или отметки угла поворота антенны, поступающие с разьема 1223. Подача отметок азимута необходима для контроля отметок угла поворота антенны и для правильного согласования блока НО-02 в системе станции.

Для получения развертки угла поворота антенны в индикаторе высоты используется схема развертки, в которую входят:

- схема питания развертки угла поворота антенны;
- схема развертки угла поворота антенны.

Схема питания разветки угла поворота антенны. Эта схема (рис. 45) совпадает с частью схемы разветки азимута в блоке ВО-01, включающей лампы 27, 28 и 29 ($\varepsilon 25$, рис. 30). Отличие состоит лишь в том, что в этой схеме дополнительно к направлению обогнающей задается не положительное, а отрицательное смещение в связи с тем, что в блоке НО-02 для получения разветки угла поворота антенной системы используется от 0 до 30° спину сонального напряжения управляемого выпрямителя, следовательно, постоянная составляющая выходного напряжения схемы на катодном повторителе (лампа 40) должна быть равна нулю.

В результате работы этой схемы на катодном сопротивлении лампы возникает отрицательное напряжение, которое вызывает искрение на контактах лампы. Это искрение вызывает искрение на контактах лампы. Это искрение вызывает искрение на контактах лампы.

В качестве приемного сельсина на вход схемы питания антенны включен сельсин 704 типа СС-405, ось угла поворота антенны включен сельсин 705 того же типа.

Эти два селенына образуют блок ВСТ, описание и назначение которого приведены в описании синхронно-следящей системы (Техническое описание, часть II). Максимальная величина амплитуды входного напряжения (масштаб вертикальной развертки) регулируется сопротивлением 305 в пределах от 5 до 40 в. Постоянно наложенное смещение регулируется потенциометром 311 в пределах от 0 до — 65 в. Нормально схема работает при напряжении смещения на выходе (катода лампы 40) порядка + 3 в. Конденсатор 571 шунтирует цепь по напряжению частоты 1500 гц.

Схема развертки угла поворота антенны приведена на рис. 46. Она состоит из генератора пилообразного напряжения (правая половина лампы 40 типа 6Н8С и лампа 41 типа 6Х4) и усилителя с обратной связью (лампы 43 типа 6Н8С и 44 типа 6Х6С).

Лампа 41 генератора пилообразного напряжения является разрядной лампой. До прихода отрицательного П-образного импульса схемы расширения развертки дальности лампа открыта и шунтирует конденсатор 590 генератора развертки угла поворота антенны. С приходом отрицательного импульса со схемы расширения на

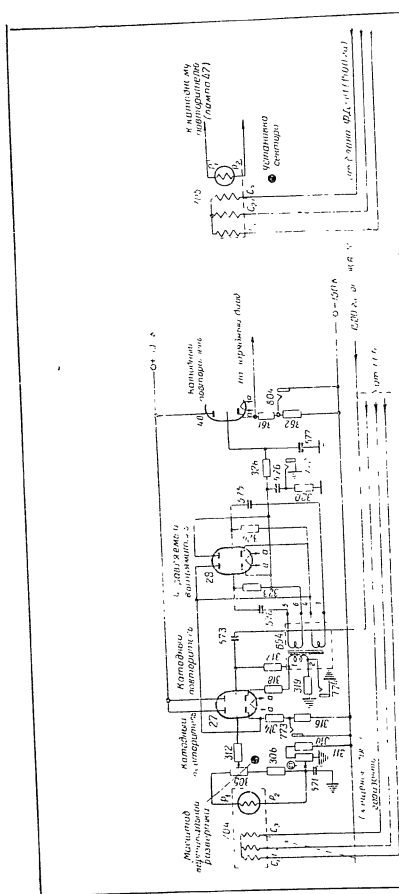


Рис. 45. Схема питания развертки угла поворота антенны.

управляющую сетку разрядной лампы она запирается и конденсатор генератора развертки начинает заряжаться.

Амплитуда, до которой заряжается конденсатор генератора развертки, зависит от действующего значения напряжения на аноде правой половины лампы 40 (при данной установке ручки потенциометра 417, т. е. от угла поворота антенны относительно некоторого фиксированного его значения), так как на правый диод подается напряжение со схемы питания развертки. Закон изменения напряжения, соответствующего углу поворота антенны во времени, определяется величиной сопротивления потенциометра 417, при котором изображение, получающееся на экране, совпадает с графическим анкалом. В индикаторе высоты схема развертки угла поворота антенны построена из соображений возможности раздельной регулировки начального наклона экспоненциальной развертки сопротивлением 401. Величина этого сопротивления (при данном угле и сопротивлении потенциометра 417) выбрана такой, что регулировка формы напряжения дает возможность совмещать линии углов поворота антенны, получаемые на экране трубки, с соответствующими им линиями графической шкалы. В схеме генератора развертки угла поворота антенны для регулирования максимальных значений амплитуды напряжения применен компенсационный метод, положенный в основу построения схемы генератора развертки дальности (см. приложение). В зависимости от изменения отношения компенсирующего напряжения на катоде лампы 40 к напряжению зарядного конденсатора изменяется и максимальное значение амплитуды на зарядном конденсаторе (при данном угле поворота антенны). По сравнению со схемой развертки дальности в схеме развертки угла поворота антенны величина компенсирующего напряжения взята несколько меньше, так как полная компенсация нелинейности напряжения на конденсаторе здесь не нужна. Величина компенсирующего напряжения в этой схеме регулируется потенциометром 417. Этим изменяется максимальная величина напряжения. Начальный наклон экспоненты регулируется изменением величины переменного сопротивления 401 в цепи заряда.

Схема усилителя с обратной связью аналогична схеме развертки дальности в индикаторе ПО-02 (§ 7). В эту схему усилителя с обратной связью входят лампы 43 типа 6Н18С, 44 типа 6Х6С и 45 типа 6П3С (рис. 46).

В анодную цепь левой половины лампы 43 включена развязывающая цепь из сопротивления 405 и конденсатора 593. Развязывающая цепь уменьшает воздействие импульсов, которые могут попасть через анодную шину на сетку правой половины лампы 43. Этим достигается устойчивость режима схемы с обратной связью.

Постоянная времени сеточной цепи правой половины лампы 43, определяемая величиной сопротивления 410 и емкостью конденсатора 594 и равная 30 мксек, обеспечивает неискаженную передачу на сетку лампы пилообразного экспоненциального напряжения предельно большой длительности.



Рис. 46.

Выходная лампа 45 до прихода развстрывающего напряжения работает в режиме полного запаривания, так как амплитуда напряжения развстрки возрастает, начиная с нулевого значения. Постоянное смещение на управляющей сетке лампы 45 порядка $-45 \div -50$ в. Для некажущейся передачи пилообразного напряжения постоянная величина сеточной цепи выходной лампы, определяемая величиной емкости конденсатора 411 и емкостью конденсатора 395, выбрана равной 30 мкс. Постоянный уровень напряжения переходного конденсатора 395 восстанавливается правой половинной лампы 44. Конденсатор 372 — блокировочный.

Для того чтобы иметь возможность регулировать раздельно ток в одной лампы и амплитуду разветвки, катодная цепь выходной лампы состоит из двух параллельных цепей. В одну из этих цепей входит потенциометр 417, регулирующий амплитуду разветвки, а в другую — сопротивлении 419, регулирующие ток выходной лампы.

Параметры и конструкция катодных, отключающих электронный луч в вертикальном и горизонтальном направлениях, в индикаторе ИУ-02 такие же, как и у отключающих катодных в индикаторе ВО-01.

Отклоняющие катушки, включенные в анодную цепь лампы сдвига такие же, как и катушки горизонтального сдвига (см. приложение 4). Они шунтируются сопротивлениями 426, 427.

Каскад ограничения амплитуды вертикальной развертки собран на лампе 37 (диод типа 6Х6С). К катоду этой лампы подводится положительное напряжение определенной величины. С того момента, когда пилообразное напряжение, действующее на аноде лампы, превышает потенциал катода, диод отпирается до большего напряжения конденсатор, не давая ему зарядиться до большего напряжения. Уровень ограничения амплитуды вертикального развертки регулируется потенциометром 385 в пределах от 0 до 65 в (изменяется постоянный положительный потенциал на катоде ограничивающего диода). Конденсатор 521 заземляет по переменному напряжению (до диода). Конденсатор 521 заземляет по переменному напряжению (до диода). Запирание нерабочего участка развертки угла повышения импульса запирания образуется на сопротивлении рота антенны. Запирющий импульс образуется на сопротивлении 384 в момент отпираания диода.

§ 40. Схема усиления отраженных сигналов вертикального и наклонного каналов

Схема усиления отраженных сигналов даст возможность устанавливать амплитуду отраженных сигналов, при которой на экране трубки получаются достаточно яркие отметки от них. Отраженные сигналы вертикального и наклонного каналов поступают на управляющий электрод трубки не одновременно. Периодичность их подавления автоматически регулируется каскадами переключения вертикального и наклонного каналов таким образом, что на управляющий электрод трубки сначала поступают сигналы с вертикального канала, а затем с наклонного.

Схема усиления отраженных сигналов (рис. 47) состоит из двух одинаковых широкополосных усилителей (лампы 20 и 21 типа 6Ж4) с выходным каскадом на лампе 25 типа 6Н7С и схемы управления переключением каналов, в которую входят генератор управляющих импульсов уровня (лампа 33 типа 6Н8С), катодные повторители (лампы 22 и 23 типа 6Н8С) и восстанавливающие диоды (лампа 24 типа 6Н8С).

На сетки ламп усилителей раздельно поступают импульсы отраженных сигналов с антенны вертикального луча (лампа 20) и антенны наклонного луча (лампа 21). Обе лампы усилителей имеют общую анодную нагрузку, с которой напряжение через разделительный конденсатор подается на сетку катодного повторителя (правая половина лампы 25). Левая половина лампы 25 служит для восстановления постоянной составляющей напряжения на переходном конденсаторе, включенном между анодом усилительных ламп и выходным катодным повторителем. Выход схемы связан с катодом электроннолучевой трубки.

За исключением сеточных цепей схемы усилителей отраженных сигналов аналогична одноименной схеме в индикаторе кругового обзора, описанной в § 9.

Постоянная времени сеточной цепи усилительной лампы 20 (21) определяется емкостью конденсатора 549 (554) и величиной сопротивления лампы 237 (249) и равна примерно 500 мксек (выбрана из условий отпираания лампы при переключении каналов). Сопротивление 238 (250) ограничивает сеточные токи лампы 20 (21), которые могут появиться, если на ее сетку придут импульсы с большой амплитудой. Сопротивление 243 (255) предназначено для регулировки коэффициента усиления лампы в пределах от 3 до 15. Сопротивление 244 (256) — контрольное.

Управление режимом каскадов усиления осуществляется изменением смещения на управляющих сетках усилительных ламп 20 и 21. Смещение на сетках этих ламп определяется величиной анодного напряжения левой и правой половин лампы 33. Лампа 33 работает по схеме генератора управляющих импульсов уровня, принцип работы которой описан в приложении (р. конце книги).

Величина напряжения на анодах ламп генератора управляющих импульсов определяется величиной напряжения на сетке правой по-

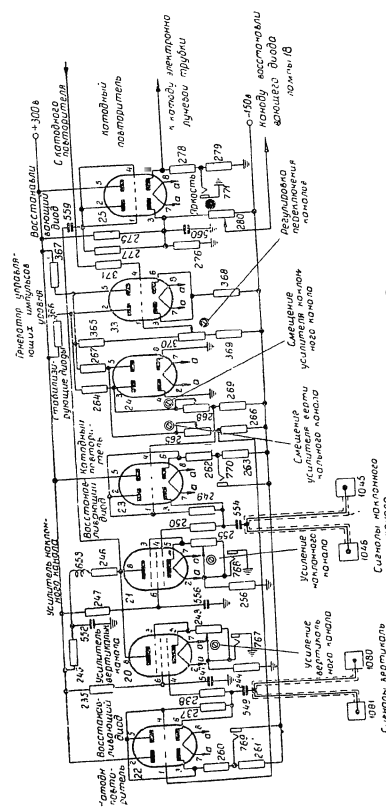


Рис. 47. Принципиальная схема усиления отраженных сигналов вертикального и наклонного каналов.

ловини лампы 33, на которую поступает напряжение с выхода управляемого выпрямителя. Это напряжение определяется углом поворота антенны относительно установившегося на индикаторе азимута, совпадающего с направлением излучения антенны вертикального луча в момент пересечения цели лучом. Следовательно, для того чтобы зафиксировать на экране индикатора отраженный сигнал, надо задать рабочее смещение на управляющую сетку поступающий с антенны вертикального луча в момент пересечения цели лучом, надо задать рабочее смещение на управляющую сетку лампы 20 усилителя вертикального канала. При этом смещение на управляющей сетке лампы 21 усилителя отраженных сигналов наклонного канала должно обеспечивать полное ее запаривание. Это условие и определяет величину напряжения на анодах лампы генератора управляющих импульсов уровня в момент пересечения цели вертикальным лучом.

Как видно из рис. 47, величина смещения на лампах 20 и 21 определяется напряжением на левом и правом анодах лампы 33. Делители напряжения, связывающие аноды лампы 33 с минусовой шиной питания, позволяют задать рабочий режим по управляющей сетке той усилительной лампы, которая связана с запертой лампой генератора управляющих импульсов уровня. Усилительная лампа, связанная через эту цепь с отрицательным смещением на ее управляющей сетке, будет заперта отрицательным смещением на ее управляющей сетке. Следовательно, в момент пересечения цели вертикальным лучом правая половина лампы 33 должна быть заперта, а левая открыта. Для того, чтобы обеспечить возможность обзора некоторого пространства по вертикальному каналу, переключение генератора управляющих импульсов уровня происходит не сразу после совпадения выбранного на индикаторе азимута с направлением вертикальной антенны, а с некоторым запаздыванием. Запаздывание следует устанавливать примерно равным 6-7°. Величина угла, при котором выключается вертикальный канал и включается наклонный канал, регулируется потенциометром 370. Пределы регулировки от 0 до 56° обеспечивают необходимый рабочий диапазон обзора по обоим каналам.

После переключения генератора управляющих импульсов уровня правая половина лампы 33 отпирается и смещение на управляющей сетке лампы 20 падает до величины, соответствующей полному ее запариванию. В это же время напряжение на аноде левой половины лампы 33 возрастает и смещение на управляющей сетке лампы 21 становится таким, при котором лампа отпирается.

Для того, чтобы величина сопротивлений делителя в цепи переключения напряжения с анодов лампы 33 на сетку лампы 20 и 21 не влияла на форму импульсов, они шунтированы диодами (лампа 24).

Диоды фиксируют нулевой потенциал при отпираании ламп. При нулевом потенциале на аноде одного из диодов лампы 24 напряжение на сопротивлении 266 (269), задающем смещение на лампу 20 (21) через катодный повторитель (левая половина лампы 22, правая половина лампы 23), регулируется переменным сопротив-

лением 268 (265) в пределах от 0 до 10 в. Это дает возможность правильно выбрать рабочую точку усилительных ламп. При отрицательном потенциале на аноде одного из диодов лампы 24 напряжение на сопротивлении 269 (266) будет регулироваться в пределах от -25 до -45 в, что обеспечивает полное запаривание усилительных ламп.

Плечи делителя напряжения в анодных цепях лампы 33 выбираются так, что на аноде диода (лампа 24), связанного с запертой лампой генератора управляющих импульсов уровня, будет положительный потенциал относительно земли. Это вызовет ток через диод, и напряжение на его аноде автоматически установится близким к нулю. Таким образом напряжение смещения на сетке открытой половины лампы 33 стабилизируется. Напряжение на аноде правой половины лампы 33 изменяется от +240 в (при запертой правой половине лампы 33) и до 60 в (при открытой правой половине лампы 33), а на аноде левой половины лампы 33—соответственно от 60 до 240 в.

Все делители напряжения высокоомные, это сводит к минимуму влияние на анодные цепи лампы генератора управляющих импульсов и тем самым позволяет увеличить пределы изменения амплитуды напряжения на его анодах. Отношение между величинами высокочастотных сопротивлений 267, 265, 266 (и соответственно 264, 268, 269) рассчитано так, что при запертой правой половине лампы 33 потенциал на аноде правого диода 24 положительный (15+20 в), на аноде правого диода 24 при запертой правой половине лампы 33 потенциал отрицательный (-25+30 в). Такие же потенциалы возникают и на левом диоде лампы 24.

Напряжение с делителя напряжения подается на сетки усилительных ламп не непосредственно, а через катодные повторители (левая половина лампы 22 и правая половина лампы 23). Такое соединение дает возможность уменьшить постоянную времени переключения в сеточных цепях усилительных ламп и тем самым свести время переключения к минимуму. Правая половина лампы 22 и левая половина лампы 23 соединены диодами и используются для восстановления постоянной составляющей напряжения входных конденсаторов. Применение восстанавливающего диода и катодного повторителя обеспечивает восстановление постоянного уровня напряжения после прохождения сигналов помехи с большими амплитудами.

§ 41. Схема запаривания (бланкирования) развертки по углу поворота антенны

Эта схема совершенно одинакова со схемой запаривания развертки по азимуту в блоке индикатора БО-01, описанной в § 26

§ 42. Цепь управления рабочим режимом трубки

Схема цепи управления рабочим режимом трубки приведена на рис. 48. В эту цепь входит схема ограничения рабочего участка раз-

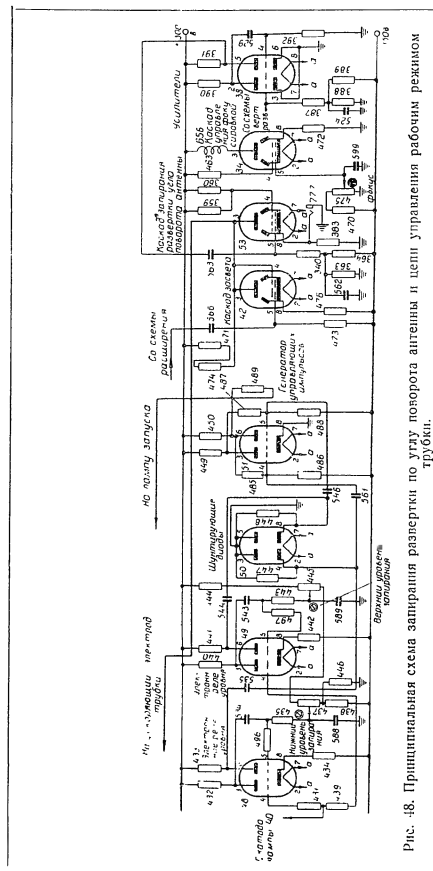


Рис. 48. Принципиальная схема заправки развертки по углу поворота антенны и цепи управления рабочим режимом трубки.

вертки угла поворота антенны. Схема ограничения состоит из лампы 38 типа 6Н9С, работающей в режиме усилителя, и выходной лампы 53 типа 6П6С. На сетку лампы 38 поступает напряжение с каскада ограничения схемы развертки угла поворота антенны. Это напряжение возникает на катоде лампы 37 (рис. 46) в момент начала ограничения пилообразного напряжения, имеющего положительную полярность. После усиления лампой 38 это напряжение подается на управляющую сетку лампы 53, являющуюся выходной лампой этой схемы.

Лампа 38 имеет большой коэффициент усиления. Это дает возможность усилить приходящий на ее сетку импульс малой амплитуды до амплитуды, необходимой для отпирания выходной лампы 53 по управляющей сетке. Делитель напряжения в сеточной цепи левой половины лампы 38 обеспечивает выбор такого напряжения смещения этой лампы, при котором она дает наибольшее усиление. Величина этого смещения порядка 4 в. Конденсатор 524—блокировочный. Второй каскад усиления работает с отсечкой по верхнему пределу: при этом форма выходного импульса становится прямоугольной.

До прихода положительного импульса с анода лампы 38 на сетку лампы 53 последняя заперта отрицательным смещением на ее сетке порядка — 60 в, снимаемым с сопротивлений 363 и 364. С поступлением положительного импульса лампа 53 отпирается и напряжение на ее аноде понижается. Анод этой лампы соединен с ускоряющим электродом трубки так, что с понижением напряжения на аноде лампы 53 трубка запирается по ускоряющему электроду с момента ограничения развертки угла поворота антенны.

К цепи управления рабочим режимом трубки относятся схема завета развертки дальности, работающая на лампе 42 типа 6П3С, и схема управления фокусировкой, работающая на лампе 34 типа 6П3С.

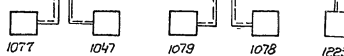
Обе эти схемы аналогичны таким же схемам в индикаторах ПО-02 и ВО-01.

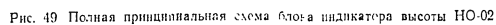
§ 43. Система контроля цепей

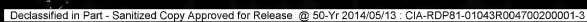
Система контроля цепей индикатора высоты аналогична системе контроля цепей индикатора кругового обзора ПО-02, описанной в § 13. Полная принципиальная схема блока индикатора высоты НО-02 приведена на рис. 49.

(рнс. 49)

Лампа миниатюрная







Обс
на
ш

104

продолжение

Обозначение на принци- пальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
147	Сопротивление	BC-1,0	0,33 Мом, 5%
148	"	BC-1,0	0,47 Мом, 5%
149	"	BC-2,0	22 ком, 10%
150	"	BC-2,0	22 ком, 10%
151	"	BC-0,25	100 ом, 10%
152	"	BC-0,5	0,47 Мом, 10%
153	"	СП-2-1000-A	1 Мом
163	"	СП-2-22-A	22 ком
164	"	BC-1,0	1 Мом, 10%
165	"	BC-0,25	0,1 Мом, 10%
166	"	BC-0,25	56 ом, 10%
174	"	BC-1,0	1,2 Мом, 10%
175	"	СП-2-470-A	470 ком
178	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
181	"	BC-0,5	10 ком, 10%
182	"	BC-1,0	33 ком, 10%
183	"	BC-0,5	2,7 ком, 10%
184	"	BC-2,0	47 ком, 10%
185	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
186	"	BC-0,25	100 ом, 10%
187	"	BC-0,25	100 ком, 10%
188	"	BC-0,25	0,12 Мом, 10%
189	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
190	"	BC-0,25	5,6 ком, 10%
192	"	BC-1,0	100 ом, 10%
193	"	BC-1,0	100 ом, 10%
194	"	BC-1,0	15 ком, 10%
195	"	BC-1,0	15 ком, 10%
196	"	ПЭ-1	100 ом
197	"	Проволочное перемен- ное тип 3	200 ом, 4 ат
199	"	СНП	5 ом, 10%
200	"	BC-1,0	0,1 Мом, 10%
201	"	СП-2-220-A	220 ком
203	"	ПЭ-II	2,5 ком
204	"	BC-1,0	15 ком, 10%
205	"	BC-1,0	15 ком, 10%
206	"	BC-1,0	56 ком, 10%
207	"	СП-2-22-A	22 ком
208	"	СП-2-22-A	22 ком
209	"	BC-0,5	15 ком, 10%
210	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
211	"	BC-1,0	15 ком, 10%
212	"	BC-0,25	150 ом, 10%
213	"	BC-1,0	15 ком, 10%
214	"	BC-0,25	150 ом, 10%
215	"	BC-0,25	4 Мом, 10%
216	"	СП-2-10-A	10 ком
217	"	СП-2-4,7-A	4,7 ком
220	"	BC-0,5	33 ком, 10%
221	"	BC-2,0	10 ком, 10%
222	"	BC-0,25	56 ом, 10%
223	"	BC-2,0	4,7 ком, 10%

105

Продолжение			
Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
229	Соппротивление	BC-0,25	1 Мом, 10%
232	"	"	56 ом, 10%
234	"	BC-2,0	33 ком, 10%
235	"	BC-2,0	33 ком, 10%
237	"	BC-1,0	68 ком, 10%
238	"	BC-0,25	0,47 Мом, 10%
243	"	BC-0,25	5,6 ком, 10%
244	"	СП-2-1-A	1 ком
245	"	BC-0,25	56 ом, 10%
246	"	BC-2,0	4,7 ком, 10%
247	"	BC-2,0	3,9 ком, 10%
249	"	BC-1,0	68 ком, 10%
250	"	BC-0,25	0,47 Мом, 10%
255	"	BC-0,25	5,6 ком, 10%
256	"	СП-2-1-A	1 ком
260	"	BC-0,25	56 ом, 10%
261	"	BC-1,0	39 ком, 10%
262	"	BC-0,25	56 ом, 10%
263	"	BC-1,0	39 ком, 10%
264	"	BC-0,25	56 ом, 10%
265	"	BC-0,5	0,33 Мом, 10%
266	"	СП-2-15-A	15 ком
267	"	BC-0,5	0,22 Мом, 5%
268	"	BC-0,5	0,33 Мом, 5%
269	"	СП-2-15-A	15 ком
270	"	BC-0,5	0,22 Мом, 5%
275	"	BC-0,25	75 ом, 5%
276	"	BC-1,0	0,15 Мом, 10%
277	"	BC-1,0	39 ком, 10%
278	"	BC-0,5	0,22 Мом, 10%
279	"	BC-1,0	10 ком, 10%
280	"	BC-0,25	56 ом, 10%
305	"	СП-2-220-A	220 ком
306	"	BC-0,5	56 ком, 10%
310	"	BC-0,5	47 ком, 10%
311	"	СП-2-22-A	22 ком
312	"	BC-0,25	100 ком, 10%
314	"	BC-2,0	27 ком, 10%
316	"	BC-0,25	100 ом, 10%
317	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
318	"	BC-1,0	22 ком, 10%
319	"	BC-0,25	150 ом, 10%
320	"	BC-0,25	220 ом, 10%
323	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
324	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
326	"	BC-0,25	0,47 Мом, 10%
340	"	BC-0,25	0,47 Мом, 10%
359	"	BC-2,0	33 ком, 10%
360	"	BC-2,0	33 ком, 10%
361	"	BC-2,0	27 ком, 10%
362	"	BC-0,25	56 ом, 10%
363	"	BC-0,5	56 ком, 10%

Продолжение			
Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
364	Сопротивление	BC-0,5	100 ком, 10%
365	"	BC-0,25	0,56 Мом, 10%
366	"	BC-2,0	56 ком, 10%
367	"	BC-2,0	68 ком, 5%
368	"	BC-2,0	68 ком, 10%
369	"	BC-0,25	0,47 Мом, 10%
370	"	СП-2-220-A	220 ком
371	"	BC-0,25	0,47 Мом, 10%
383	"	BC-0,25	100 ом, 10%
384	"	BC-0,25	22 ком, 10%
385	"	BC-0,25	47 ком
386	"	СП-2-47-A	47 ком
387	"	BC-0,5	0,22 Мом, 10%
388	"	BC-0,25	0,47 Мом, 10%
389	"	BC-0,5	3,9 ком, 5%
390	"	BC-0,5	0,15 Мом, 5%
391	"	BC-1,0	47 ком, 10%
392	"	BC-1,0	47 ком, 10%
397	"	BC-0,25	0,47 Мом, 10%
398	"	BC-2,0	100 ком, 10%
400	"	BC-2,0	100 ком, 10%
401	"	BC-0,5	100 ком, 10%
402	"	СП-2-220-A	0,22 Мом
403	"	СВП	25 ом, 5%
404	"	СП-2-47-A	47 ком
405	"	BC-0,5	1 Мом, 10%
406	"	BC-0,5	10 ком, 10%
407	"	BC-1,0	33 ком, 10%
408	"	BC-0,25	100 ом, 10%
409	"	BC-2,0	39 ком, 10%
410	"	BC-0,5	2,7 ком, 10%
411	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
412	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
413	"	BC-2,0	100 ом, 10%
414	"	BC-0,25	5,6 ком, 10%
416	"	СНП	5 ом, 10%
417	"	BC-2,0	200 ом, 5%
418	"	Проволочное переменное, тип 3	300 ом, 4 вт
419	"	ПЭ-1	100 ом
420	"	Проволочное переменное, тип 2	500 ом, 4 вт
421	"	СП-2-220-A	0,22 Мом
422	"	BC-1,0	56 ком, 10%
423	"	BC-1,0	100 ом, 10%
424	"	BC-1,0	9,2 ком, 10%
425	"	BC-1,0	8,2 ком, 10%
426	"	ПЭ-11	2,5 ком
427	"	BC-1,0	8,2 ком, 10%
431	"	BC-0,25	8,2 ком, 10%
432	"	BC-2,0	0,1 Мом, 10%
433	"	BC-2,0	27 ком, 10%
434	"	BC-2,0	47 ком, 10%
	"	BC-2,0	68 ком, 10%

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
435	Сопротивление	BC-0.25	2,2 Мом, 10%
436		BC-0.5	18 ком, 10%
437		СП-2-68	68 ком
438		BC-0.5	150 ком, 10%
439		BC-0.25	0,1 Мом, 10%
440		BC-2.0	27 ком, 10%
441		BC-2.0	27 ком, 10%
442		BC-2.0	82 ком, 10%
443		BC-0.25	2,2 Мом, 10%
444		BC-0.5	680 ком, 10%
445		СП-2-100	100 ком
446		BC-0.5	15 ком, 10%
447		BC-0.25	2,2 Мом, 10%
448		BC-0.25	2,2 Мом, 10%
449		BC-2.0	27 ком, 5%
450		BC-2.0	27 ком, 5%
451		BC-2.0	100 ком, 10%
452		BC-0.5	1 ком, 10%
453		BC-1.0	100 ком, 10%
454		BC-0.5	1 ком, 10%
455		BC-0.5	100 ком, 10%
456		BC-0.5	47 ком, 10%
457		СП	0,5 ом, 10%
458		BC-2.0	0,1 Мом, 10%
459		BC-0.5	100 ком, 10%
460		ПЭ-11	5 ком
461		BC-2.0	470 ом, 10%
462		BC-1.0	0,47 Мом, 10%
463		ПЭ-11	5 ком
464		СП-2-47-А	47 ком
465		BC-0.5	150 ком, 10%
466		BC-0.5	120 ком, 10%
467		BC-0.25	4,7 ком, 10%
468		BC-2.0	47 ком, 10%
469		BC-0.5	0,33 Мом, 5%
470		BC-0.5	0,24 Мом, 5%
471		BC-0.5	560 ком, 10%
472		BC-0.25	0,47 Мом, 10%
473		BC-0.25	0,47 Мом, 10%
474		КСО-2-500-А-470-III	470 пф, 500 в
475		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
476		КСО-5-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в
477		КТК-1-500-А-10-II	10 пф, 500 в
478		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
479	Конденсатор	КБГ-МП-3В-400 $\frac{3 \times 0,1}{\text{III}}$	3 \times 0,1 мкф, 400 в
480		КСО-8-500-А-10000-II	10000 пф, 500 в
481		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
482		КСО-2-500-А-100-II	100 пф, 400 в
483		КБГ-МН-2В-400 $\frac{2}{\text{III}}$	2 мкф, 400 в
484		КСО-8-500-А-10000-II	10000 пф, 500 в
485		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
486		КСО-2-500-А-100-II	100 пф, 400 в
487		КБГ-МН-2В-400 $\frac{2}{\text{III}}$	2 мкф, 400 в
488		КСО-8-500-А-10000-II	10000 пф, 500 в

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
527	Конденсатор	КСО-8-500-А-300-10-II	30000 пф, 500 в
528		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
529		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
530		КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в
531		КБГ-МП-2В-600 $\frac{2 \times 0,5}{\text{III}}$	2 \times 0,5 мкф, 400 в
532		КБГ-МП-2В-600 $\frac{2 \times 0,5}{\text{III}}$	2 \times 0,5 мкф, 400 в
533		КБГ-МП-2В-600 $\frac{2 \times 0,5}{\text{III}}$	2 \times 0,5 мкф, 400 в
534		КСО-5-500-А-6800-II	6800 пф, 500 в
535		КБГ-МП-3В-400 $\frac{3 \times 0,1}{\text{III}}$	3 \times 0,1 мкф, 400 в
536		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в
537		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в
538		КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в
539		КБГ-МП-3В-400 $\frac{3 \times 0,1}{\text{III}}$	3 \times 0,1 мкф, 400 в
540		КБГ-МП-2В-600 $\frac{2 \times 0,5}{\text{III}}$	2 \times 0,5 мкф, 400 в
541		КСО-5-500-А-6800-II	6800 пф, 500 в
542		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
543		КСО-5-500-А-1800-II	1800 пф, 500 в
544		КБГ-МП-2В-600 $\frac{2 \times 0,5}{\text{III}}$	2 \times 0,5 мкф, 400 в
545		КСО-2(3)-500-1000-II	1000 пф, 500 в
546		КСО-2(3)-500-А-1000-II	1000 пф, 500 в
547		КСО-2-500-А-470-II	470 пф, 500 в
548		КСО-5-500-А-1800-II	1800 пф, 500 в
549		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
550		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
551		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
552		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
553		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
554		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
555		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
556		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в
557		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в
558		КБГ-МН-2В-200 $\frac{2 \times 1,0}{\text{III}}$	2 \times 1 мкф, 200 в
559		КСО-7-500-А-2200-II	2200 пф, 500 в
560		КБГ-МП-3В-400 $\frac{3 \times 0,1}{\text{III}}$	3 \times 0,1 мкф, 400 в
561		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
562		КБГ-МН-400-2-III	2 мкф, 400 в
563		КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в
564		КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в
565		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
566		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
567		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
652	Катушка индуктивности	—	320 МКГ ²
653	То же	—	400 МКГ ²
654	Трансформатор управляемого выпрямителя	—	—
656	Фокусирующая катушка	—	—
659	Отклоняющие катушки (4 шт.)	—	—
704	Сельсин СС-405	—	—
705	Сельсин СС-405	—	—
726	Переключатель	—	—
727	Переключатель	—	—
728	Переключатель двухполюсный	—	—
754	Контрольное гнездо	—	—
755	То же	—	—
756	"	—	—
758	"	—	—
759	"	—	—
760	"	—	—
761	"	—	—
762	"	—	—
763	"	—	—
766	"	—	—
767	"	—	—
768	"	—	—
769	"	—	—
770	"	—	—
771	"	—	—
772	"	—	—
773	"	—	—
774	"	—	—
777	"	—	—
793	"	—	—
794	"	—	—
795	"	—	—
796	"	—	—
797	"	—	—
798	"	—	—
804	"	—	—
836	"	—	—
807	"	—	—
808	"	—	—
809	"	—	—
1044	Разъем одноконтный	—	—
1045	То же	—	—
1046	"	—	—
1047	"	—	—
1077	"	—	—
1078	"	—	—

* Индуктивность без карбонового сердечника.

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
1079	Разъем одноконтный	—	—
1080	То же	—	—
1081	"	—	—
1082	"	—	—
1083	"	—	—
1084	Разъем 14-контный	—	—
1085	Разъем 8-контный	—	—
1086	Разъем 14-контный	—	—
1087	Зажим накала	—	—
1088	То же	—	—
1223	Разъем одноконтный	—	—

4. КОНСТРУКЦИЯ БЛОКА ИНДИКАТОРА

§ 44. Общее описание конструкции

Блок индикатора высоты смонтирован на угловом шасси аналогично блокам индикаторов ПО-02 и ВО-01. На горизонтальной панели сверху установлена электроннолучевая трубка с отклоняющей системой, закрепленной в центре горизонтальной панели, и размещены лампы и трансформаторы.

Детали и монтаж блока размещены под горизонтальной панелью и на боковых стенках. Потенциометры, оси которых выведены на переднюю панель, и электроннолучевая трубка закреплены так же, как и в индикаторах ПО-02 и ВО-01.

С правой стороны на горизонтальной панели расположен блок сельсин-трансформаторов (БСТ). Ручки управления этим блоком выведены на переднюю панель и снабжены шкалами. На задних стенках блока, как и в индикаторах ПО-02 и ВО-01, расположены разъемы и зажимы цепи питания, а также высокочастотные разъемы.

Всего в индикаторе 11 высокочастотных разъемов, служащих для передачи импульсов запуска (разъемы 1083, 1082), отметок азимута (разъемы 1078 и 1079), отраженных сигналов вертикального канала (разъемы 1080 и 1081), отраженных сигналов наклонного канала (разъемы 1045 и 1046), отметок угла поворота антенны (разъем 1223) и отметок дальности (разъемы 1077 и 1047).

Напряжения с блока питания подаются на индикатор через разъем 1086, а с блока ХА-01—через разъем 1085. Напряжение на блок ЗА-01 поступает через разъем 1084. Высокое напряжение на анод электроннолучевой трубки подается через высоковольтный разъем 1044. Напряжение накала, питающее большинство ламп

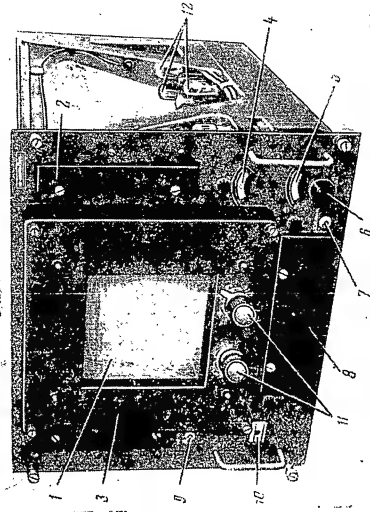


Рис. 50. Общий вид блока индикатора высоты (вид спереди).

1 — экран электролюминесцентной трубки; 2 — экран контрольного сектора; 3 — экран индикаторного сектора; 4 — ручка установки сектора; 5 — выключатель освещения; 6 — латеральная шкала; 7 — выключатель освещения; 8 — латеральная шкала; 9 — выключатель освещения; 10 — ручка перемещения шкалы; 11 — ручка перемещения шкалы; 12 — ручка.

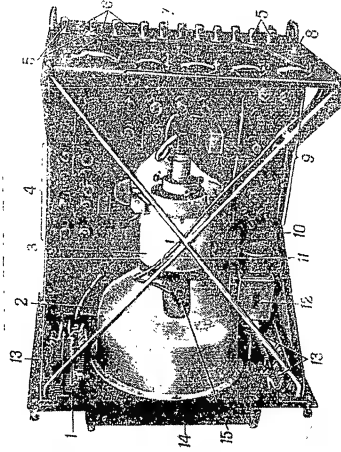


Рис. 51. Общий вид блока индикатора высоты (вид сверху).

1 — крестообразный; 2 — конус электролюминесцентной трубки; 3 — отклоняющая система; 4 — латеральная шкала; 5 — разъемная высоковольтная система; 6 — разъемная высоковольтная система; 7 — латеральная шкала; 8 — разъемная высоковольтная система; 9 — латеральная шкала; 10 — латеральная шкала; 11 — латеральная шкала; 12 — латеральная шкала; 13 — латеральная шкала; 14 — латеральная шкала; 15 — латеральная шкала.

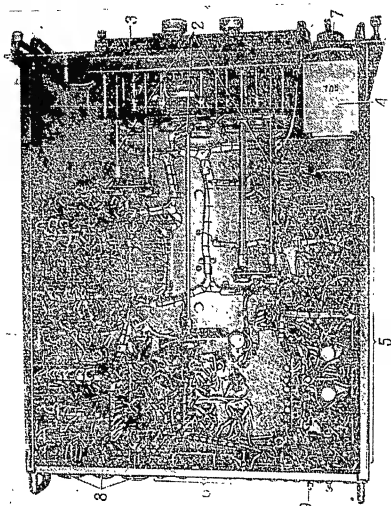


Рис. 52. Общий вид блока индикатора высоты (вид со стороны монтажа):
1 — детали и латунная схема разметки дальности; 2 — детали и латунная схема разметки дальности; 3 — детали и латунная схема разметки дальности; 4 — детали и латунная схема разметки дальности; 5 — детали и латунная схема разметки дальности; 6 — детали и латунная схема разметки дальности; 7 — детали и латунная схема разметки дальности; 8 — детали и латунная схема разметки дальности.

блока, подается со специальных зажимов 1087 и 1088. В одном ряду с силовыми разъемами расположен контакт блокировки. Общий вид блока индикатора высоты показан на рис. 50, 51 и 52.

Примечание: В блоке индикатора ИО-02 размещены также элементы, относящиеся к блоку отметок угла поворота антенны (блок 3А-01): селен-трансформатор 705 и лампа катодного детектора, входящие в схему блока 3А-01. Описание этих элементов приведено в ч. III Технического описания.

§ 45. Графическая шкала

Графическая шкала индикатора ИО-02 конструктивно выполнена в виде латунной силуминовой рамы.

На латунной раме шкалы с внутренней стороны укреплен прозрачный прямоугольный экран из плексигласа, на котором выгравированы линии равных высот, линии отметок угла поворота антенны и линии отметок дальности (рис. 53). Шкала имеет металлическое

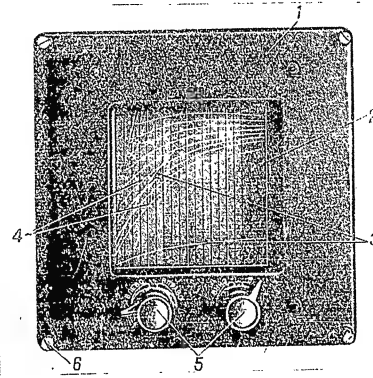


Рис. 53. Графическая шкала индикатора высоты:

1 — рама; 2 — графическая шкала; 3 — линии углов поворота антенны; 4 — линии равных высот; 5 — ручка перемещения графической шкалы; 6 — винты крепления рамы.

обрамление и с помощью двух кривошипных механизмов может перемещаться в двух взаимно перпендикулярных направлениях относительно неподвижной рамы. Последнее необходимо для совмещения графического масштаба с электрической масштабной сеткой в процессе измерения высоты полета цели. Шкала четырьмя винтами крепится к лицевой панели индикатора перед экраном трубки. Ручки перемещения графической шкалы снабжены стопорами.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ИНДИКАТОРНЫХ УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРОННОЛУЧЕВЫЕ ТРУБКИ

1. Типы и назначение электроннолучевых трубок

Электроннолучевая трубка является электровакуумным прибором, служащим обычно для визуального наблюдения электрических процессов.

Трубка состоит из стеклянной колбы, в которую помещен электронный прожектор, испускающий узкий пучок электронов вдоль оси трубки (луч), устройства для отклонения этого пучка от оси и экрана, светящегося при попадании на него пучка электронов.

Электроннолучевые трубки обычно классифицируются по способу фокусировки и отклонения электронного пучка. В трубках одного типа, называемых электростатическими, для фокусировки и отклонения луча используется электрическое поле. В трубках другого типа — магнитных — для этих же целей используется магнитное поле.

Кроме того, электроннолучевые трубки различаются еще и по времени послесвечения. Для наблюдения быстро изменяющихся процессов применяются трубки с коротким послесвечением — с тем чтобы изображение на экране не оставалось длительное время. Для наблюдения повторяющихся процессов, интервалы между которыми значительно больше инерции зрительного восприятия, применяются трубки с длительным послесвечением. Экран такой трубки имеет двойное флуоресцирующее покрытие (рис. 1). Под воздействием электронного пучка начинает светиться слой с голубым свечением, а свечение этого слоя возбуждает свечение следующего слоя — с желтым свечением. Первый слой обладает малым временем послесвечения, а второй — длительным.

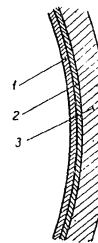
Под временем послесвечения понимается промежуток времени, в течение которого интенсивность свечения флуоресцирующего вещества после прекращения возбуждения падает до 0,01 первоначальной величины.

В нашей аппаратуре электроннолучевые трубки используются для двух целей:

1. В качестве осциллографов, позволяющих наблюдать форму электрических сигналов по их изображению на экране. В этом случае применяется электростатическая трубка с коротким послесвечением типа 8ЛО29.

Рис. 1. Экран электроннолучевой трубки:

1 — слой флуоресцирующего вещества с голубым свечением, 2 — слой флуоресцирующего вещества с желтым свечением, 3 — стеклянное дно трубки.



2. В качестве электроннолучевых радиолокационных индикаторов, служащих для определения координат целей по светящимся отсчетам отраженных сигналов. В этом случае применяется магнитная трубка с длительным послесвечением (время послесвечения — около 10 сек) типа 31ЛМ32.

2. Электростатическая электроннолучевая трубка типа 8ЛО29

Устройство трубки с электростатическим отклонением изображения на рис. 2.

Источником электронного пучка является электронный прожектор, состоящий из катода, модулятора и двух анодов.

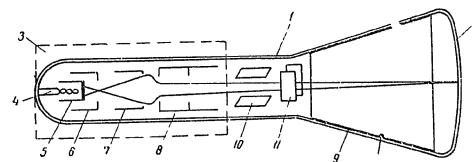


Рис. 2. Устройство электроннолучевой трубки со статическим отклонением:

1 — стеклянная колба; 2 — экран, покрытый светящимся веществом; 3 — электронный прожектор; 4 — подогреватель; 5 — катод; 6 — управляющий электрод; 7 — первый анод; 8 — второй анод; 9 — высоковольтный анод (аккалэг); 10 — вертикально-отклоняющие пластины; 11 — горизонтально-отклоняющие пластины.

Электроны излучаются накалившимся катодом, изготовленным в виде никелевого цилиндра, имеющего на торце оксидное покрытие. Внутри цилиндра находится вольфрамовая нить подогревателя, свернутая в спираль.

Предварительная фокусировка электронов производится управляющим электродом или модулятором, имеющим отрицательный потенциал по отношению к катоду. Модулятор представляет собой металлический стакан с отверстием против торца катода. Направление, в котором излучаются электроны, определяется этим отверстием, так как электроны могут проходить только через него. Электрическое поле модулятора заставляет электроны изменить первоначальное направление (рис. 3) и концентрирует их в узкий пучок. Изменение отрицательного потенциала модулятора изменяет число электронов, проходящих через отверстие, меняя таким образом яркость свечения.

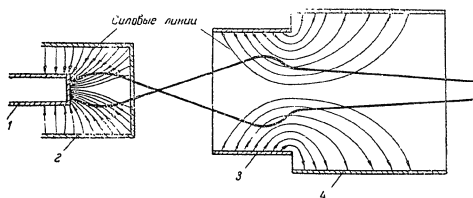


Рис. 3. Фокусировка пучка электронов:
1 — катод; 2 — управляющий электрод; 3 — первый анод; 4 — второй анод.

После модулятора пучок электронов проходит через систему, состоящую из первого и второго анодов — двух цилиндров, имеющих положительный потенциал, причем потенциал второго анода выше первого. Положительный потенциал вызывает ускорение движения электронов, а электрическое поле между этими анодами заставляет электроны изменить направление движения так, что они начинают двигаться к оси трубки и сходятся в какой-то точке (рис. 3). При правильном соотношении напряжений между анодами электроны сходятся на поверхности экрана и светящееся пятно получается ярким и нераспыленным, т. е. сфокусированным. Так как для фокусировки обычно меняют напряжение на первом аноде, то он и получил название фокусирующего. Второй анод называется ускоряющим.

Отклонение электронного пучка производится с помощью электрического поля, создаваемого напряжением, которое подводится к двум парам пластин, расположенным за вторым анодом (рис. 2). Одна пара пластин устанавливается перпендикулярно к другой, при этом одна пара позволяет отклонять пучок в горизонтальном направлении, другая — в вертикальном.

Если к пластинам какой-либо пары приложено напряжение, то электронный пучок отклоняется к пластине, имеющей более положительный потенциал; величина отклонения пучка прямо пропорциональна напряжению между пластинами.

Внутренняя поверхность расширяющейся части стеклянной колбы покрыта слоем коллоидального графита (рис. 2), называемым аквадагом или высоковольтным анодом, имеющим еще более высокий положительный потенциал, чем второй анод. Он дает дополнительное ускорение электронам и тем самым увеличивает яркость тельного фокусировку изображения. Кроме того, он притягивает и улучшает фокусировку изображения. Кроме того, он притягивает вторичные электроны, испускаемые флуоресцирующим экраном, и скрапировывает электронный луч от внешних полей.

3. Магнитная электроннолучевая трубка типа 31JM32

По устройству электронного прожектора магнитная трубка отличается от электростатической тем, что фокусировка электронного пучка производится здесь не системой двух анодов, как в электростатической трубке, а магнитным полем только ускоряющий анод (рис. 4). Внешний вид трубки показан на рис. 5.

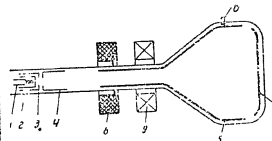


Рис. 4. Устройство электроннолучевой трубки с магнитным отклонением:
1 — подогреватель; 2 — катод; 3 — управляющий электрод; 4 — ускоряющий анод; 5 — внешний электрод; 6 — анод высокого отрицательного потенциала; 7 — экран, покрытый светящимся веществом; 8 — фокусирующая катушка; 9 — отклоняющая система.

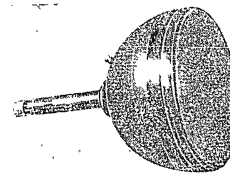


Рис. 5. Общий вид электроннолучевой трубки 31JM32.

Магнитная фокусировка электронного пучка осуществляется следующим образом. Специальная короткая катушка, через которую пропускают постоянный электрический ток, создает неоднородное магнитное поле.

Пока электроны находятся в области поля, оно заставляет электроны, движущиеся к экрану, двигаться не по прямой, а по спиральной линии, направленной к оси. При правильно установленном поле (что достигается изменением тока, протекающего через фокусирующую катушку) все электроны, выходящие из катодной области, направляются к оси и встречаются в одной точке на экране трубки. Траектория электрона показана на рис. 7.

Внешний вид фокусирующей катушки показан на рис. 7. Фокусирующая катушка помещена в железный экран, концентрирующий магнитное поле (рис. 8).

Для достижения оптимальной фокусировки необходимо совпадение осей трубки и фокусирующей катушки. Это условие удовлетворяется конструкцией крепления фокусирующей катушки.

Экран катушки имеет отверстие, в которое проходит горловина трубки. С внутренней стороны экран имеет щель для выхода магнитного поля. Эта щель смещена к одной стороне экрана катушки.

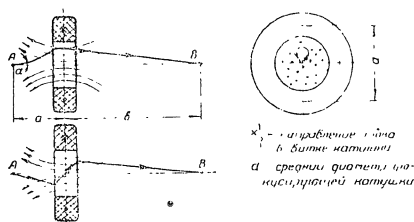


Рис. 6. Траектория движения электрона внутри короткой фокусирующей катушки.

Фокусирующая катушка располагается на горловине трубки так, что щель находится ближе к экрану. Один вывод фокусирующей катушки подключен к цепи $+300$ в, а другой — к аноду регулирующей лампы.

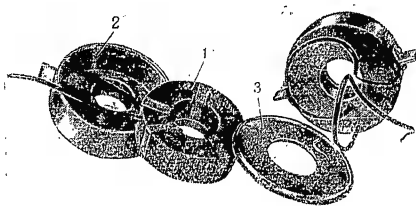


Рис. 7. Внешний вид фокусирующей катушки и ее деталей: 1 — катушка; 2 — корпус экрана; 3 — крышка экрана.

Фокусирующее магнитное поле зависит от величины тока, протекающего через фокусирующую катушку. Так как фокусирующая катушка питается анодным током регулирующей лампы, то изменением напряжения смещения на управляющей сетке этой лампы можно регулировать ток, а следовательно, осуществлять фокусировку луча. Величина тока, протекающего через катушку, примерно $10-12$ мА.

Такая схема обеспечивает постоянство фокусировки независимо от изменения окружающей температуры. По мере прогрева сопро-

твление фокусирующей катушки изменяется, но величина тока, протекающего по ней, не зависит от сопротивлений фокусирующей катушки, так как внутреннее сопротивление лампы значительно больше сопротивления катушки.

Ток в этой цепи почти полностью определяется напряжением на управляющей сетке регулирующей лампы.

Схема питания фокусирующей катушки приведена на рис. 9.

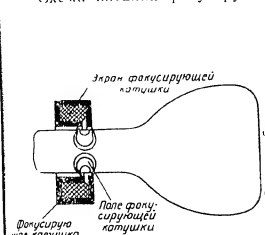


Рис. 8. Концентрация магнитного поля фокусирующей катушки с помощью железного экрана.

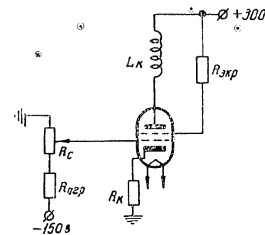


Рис. 9. Схема питания фокусирующей катушки.

Положение движка потенциометра R_c определяет величину тока, протекающего через фокусирующую катушку.

Сопротивление $R_{зк}$, включенное в катод регулирующей лампы, увеличивает действующее внутреннее сопротивление регулирующей лампы.

Для отклонения электронного луча от оси трубки и для соответствующего перемещения пятна по экрану применяется магнитная отклоняющая система.

В индикаторах станций применены магнитные отклоняющие системы следующих двух видов:

- 1) отклоняющая система с замкнутым магнитопроводом (с железным сердечником) — в индикаторах ВО-01 и НО-02;
- 2) отклоняющая система открытого типа (без железного сердечника) — в индикаторах ПО-02.

Отклоняющую систему с замкнутым магнитопроводом образуют катушки с железным сердечником.

Отклоняющая система открытого типа выполнена в виде катушек, закрепленных на специальном каркасе.

Катушки отклоняющих систем питаются от генераторов развертки дальности и азимута (в индикаторах ВО-01, НО-02) или только от генератора развертки дальности (индикатор ПО-02).

Ток, питающий катушки, образует в горловине электроплатежной трубки магнитное поле. Это поле отклоняет электронный луч на пути между фокусирующей катушкой и экраном трубки.

Пучок электронов, движущийся к экрану, имеет свойства провода, по которому протекает постоянный ток. Так как проводник с током, находясь в магнитном поле, отклоняется этим полем в направлении, определяемом по правилу правой руки, то и пучок электронов будет также отклоняться магнитным полем катушек. Величина отклонения находится в прямой зависимости от величины тока, питающего катушки.

Катушки отклоняющих систем расположены перпендикулярно электронному лучу. Витки катушек распределены так, что в поперечном сечении горловины трубки получается равномерное магнитное поле.

Изображение на экране трубки может быть искажено в силу следующих причин:

- неоднородности отклоняющих полей;
- взаимодействия отклоняющих и фокусирующих полей.

Взаимодействие отклоняющих и фокусирующих полей уменьшается с увеличением расстояния между этими системами и компенсируется поворотом отклоняющей системы на некоторый угол во круг оси трубки.

Отклоняющие системы с замкнутым магнитопроводом (рис. 10,б) состоят из катушек, обмотки которых расположены так, что каждая обмотка создает равную часть магнитного потока.

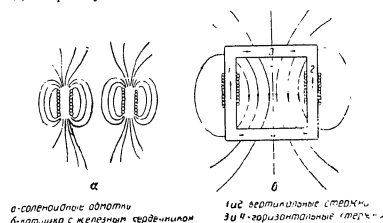


Рис. 10. Магнитное поле отклоняющей системы.

Отклоняющие системы без магнитного сердечника (рис. 11,а) состоят из катушек, у которых магнитные поля обмоток складываются таким образом, что образуют общее магнитное поле.

На рис. 10,а изображены две короткие соленоидные обмотки, расположенные параллельно на расстоянии, достаточном для прохода горловины электрополучевой трубки. Магнитное поле, образуемое этими катушками, будет параллельным. Благодаря симметричному расположению обмоток магнитное поле в горловине трубки тоже симметрично и почти однородно. При таком образовании

магнитного поля большая часть поля рассеивается и не участвует в отклонении электронного пучка.

Этот недостаток исключается при применении железного сердечника (рис. 10,б).

Железный сердечник способствует увеличению общего магнитного потока и помогает сконцентрировать магнитный поток в нужной области.



Рис. 11 Магнитное поле отклоняющей системы, без магнитного сердечника и форма двух секций отклоняющей системы:
а) форма магнитного поля, б) форма катушки.

Отклоняющаяся система без магнитного сердечника выполняется из двух обмоток, расположенных одна над другой по обеим сторонам горючей трубки и соединенных таким образом, что они образуют общее магнитное поле. На рис. 11,а и 11,б показаны вид магнитного поля этих катушек и форма обмоток.

А. Отклоняющая система с замкнутым магнитопроводом

На рис. 10,б показаны в разрезе типичная катушка с квадратным железным сердечником и форма магнитного поля. Магнитизирующая сила таких полостей имеет одинаковое направление в обоих стержнях сердечника (1, 2), поэтому верхняя часть сердечника (горизонтальный стержень 3) достигает более высокого магнитного потенциала, чем нижняя (горизонтальный стержень 4). Эта разность магнитных потенциалов заставляет поток протекать более или менее равномерно через воздушный зазор внутри сердечника, однако приблизительно 50—60% всего потока протекает вне зазора и не может быть использовано для отклонения электронного луча.

Токки отключающей системы и во всех металлических частях самой отключающей системы от нее. Потери на вихревые токи в сердечнике сводят до минимума в результате набора сердечника из отдельных Г-образных пластин. Железный сердечник должен иметь магнитную проницаемость не менее 500. Материал сердечника должен обладать не только высокой магнитной проницаемостью, но и малой коэрцитивной силой (остаточный магнетизм), чтобы поле

катушки с силой толкут к концу разветки. Если сердечник не размагнитится полностью при нулевом значении тока, то остаточное поле будет стремиться сместить исходную точку разветки. Поэтому в особо тяжелых случаях сердечник изготавливается из отожженной пермаллоя.

Катушки, расположенные на противоположных стержнях, соединены навстречу друг другу так, что ток, проходящий по виткам катушек, создает в магнитопроводе потоки противоположных направлений. Так как обе катушки имеют одинаковое число витков, то суммарный поток в магнитопроводе равен нулю, а во внутреннем пространстве магнитопровода потоки рассеивания суммируются. Этот суммарный поток создает магнитное поле, которое и является дугой для отклонения электронного луча.

Обмотки отклоняющих катушек могут быть рассчитаны как на однотактное, так и на двухтактное включение. При однотактном включении один конец обмотки подсоединен к аноду выходной лампы, а другой конец — к шине ± 300 в. При двухтактном включении оба конца обмоток подсоединяются к анодам выходных ламп генераторов разветки лампы и к шине ± 300 в, а ее средняя точка — к шине ± 300 в.

В индикаторах станции применено двухтактное включение отклоняющих катушек. Каждая отклоняющая катушка состоит из двух половин. Каждая половина катушки, в свою очередь, состоит из двух секций. Обе половины катушки размещены на противоположных

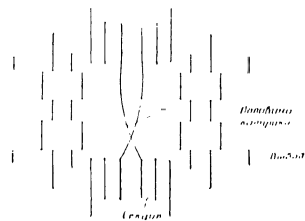


Рис. 12 Схема размещения и соединения отклоняющих катушек между собой

стержнях, что поясняется рис. 12. Каждая секция состоит из двух обмоток: внутренней и внешней. Как внутренняя, так и внешняя обмотки в каждой половине катушки соединены последовательно. Обе половины катушек соединены между собой последовательно.

Общий вид катушек с замкнутым магнитопроводом, применяемых в индикаторах станции, показан на рис. 13.

Внешние обмотки, расположенные на вертикальных стержнях, питаются током одной лампы двухтактной схемы, а внутренние обмотки, расположенные на тех же стержнях, — током другой лампы. Такая же схема применяется для питания обмоток, расположенных на горизонтальных стержнях. Токи, питающие внутренние и внешние

обмотки, направлены навстречу друг другу. Поэтому, если ток, протекающий через обе обмотки, будет равен, то отклоняющее поле будет отсутствовать. При различных по величине питающих токах будет создаваться отклоняющее магнитное поле, причем направление отклонения электронного луча будет зависеть от того, через какую из обмоток (внешнюю или внутреннюю) протекает ток. Различие в питающих токах достигается различием во времени включения на управляющих сетках питающих ламп.

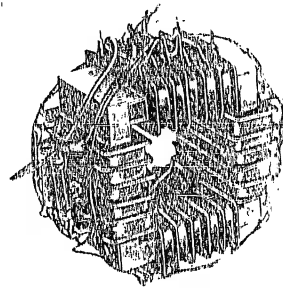


Рис. 13 Общий вид отклоняющей системы с замкнутым сердечником

Отклоняющая катушка с обмотками на стержнях стержневой системы отклоняет электронный луч в том, одной из осей торoidal. Для получения отклонения электронного луча в том же направлении оси катушки отклоняющей системы расположены на противоположных стержнях сердечника. Каждая торoidalная и вертикальная отклоняющая система.

Для получения искомого изображения сканирующей отклоняющей катушки распределены неравномерно по всей картине, а катушки по окружности — равномерно.

Отклоняющая система, показанная на рис. 13, применяется для отклонения электронного луча в индикаторах ИО-01 и ИО-02.

На рис. 14 показана обмотка отклоняющей системы, применяемой в индикаторе ИО-01 для смещения центра разветки (в режиме секторного обзора). Питание этой системы отклоняющей системы.

На рис. 15 и 16 приведены схемы соединений обмоток отклоняющей системы, применяющихся в индикаторах ИО-01, ИО-02 и ИО-03.

Обмотки отклоняющей системы с замкнутым магнитопроводом включены в анодные цепи выходных ламп разветки лампы и в анодную цепь лампы, регулирующей по ширине сканирующей системы.

ния центра развертки на экране трубки. Изменение токов в анодных цепях ламп под воздействием напряжений на управляющих сетках приводит к изменению магнитных полей и в результате - к отклонению электронного луча под воздействием результирующего магнитного поля.

Для сдвига начала разверток на край экрана трубки в индикаторах ВО-01 и НО-02 используется одна из обмоток отклоняющей катушки, расположенной на вертикальных стержнях.

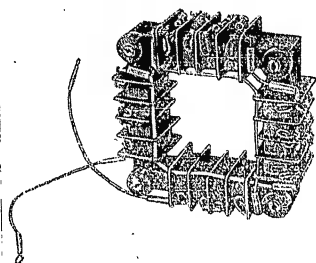


Рис. 11. Общий вид отклоняющей системы, применяемой для смещения центра в индикаторах круглого обзора.

Эта обмотка включается в анодную цепь специальной лампы, напряжение на управляющей сетке которой может регулироваться потенциометром, ось которого выведена в пинну и снабжена ручкой с надписью ГОРИЗ. СДВИГ. При изменении напряжения на управляющей сетке изменяется анодный ток этой лампы. Возникающая при этом результирующая магнитная поля и осуществляется сдвиг развертки. Направление магнитного поля определяет направление сдвига развертки.

Отклоняющая система смещения центра в индикаторе НО-02 имеет по одной катушке на каждом из четырех стержней. Катушки секционированы, причем число витков в секциях одинаково. Катушки смещения центра развертки в индикаторе НО-02 расположены вокруг отклоняющей системы. Обмотки, расположенные на противоположных стержнях, соединены навстречу друг другу так, что в магнитопроводе замкнутый результирующий магнитный поток равен нулю, а поля рассеивания складываются (рис. 16).

Сдвиг центра развертки по диаметру экрана трубки осуществляется в результате изменения напряжения на управляющей сетке регулирующей лампы.

Смещение центра развертки в любую точку по окружности экрана осуществляется механическим вращением отклоняющей системы вокруг оси трубки. Ручка вращения выведена на лицевую панель индикатора и снабжена надписью УСТАНОВКА СЕКТОРА.

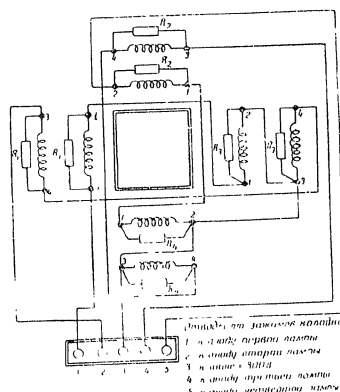


Рис. 15. Схема соединения обмоток отклоняющей системы индикаторов ВО-01 и НО-02.

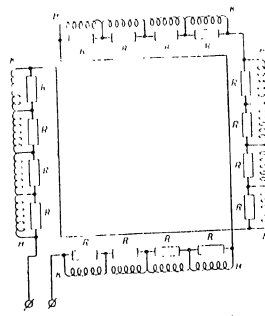


Рис. 16. Схема соединения обмоток отклоняющей системы, применяемой для смещения центра в индикаторах круглого обзора.

Регулирование тока осуществляется малоомными потенциометрами в сеточных цепях лампы.

Применение регулирующих электронных лампы создает благоприятные условия для гашения собственных паразитных колебаний в катушках. Эти колебания обусловлены переходными процессами, возникающими в моменты начала и конца развертки (наводка с отключенных катушек). В дополнение к этому для гашения колебаний необходимо шунтировать катушки постоянными сопротивлением таким образом, чтобы затухание контура, состоящего из индуктивности катушки и ее распределенной емкости, было связано с критическому. Шунтирующие сопротивления (R_1 , R_2 , R_3 и R_4 на рис. 15) отклоняющей системы расположены непосредственно у регулирующих ламп, а шунтирующие сопротивления (R_5 на рис. 16) отклоняющей системы смещения центра развертки расположены непосредственно на катушках.

Регулирующая лампа должна иметь возможно большее сопротивление. Это условие удовлетворяется в случае применения дуговых тетродов с сопротивлением, включенными в цепи катодов.

Время затухания возбужденных колебаний получается тем меньше, чем меньше индуктивность катушек. Поэтому для уменьшения индуктивности катушек, задается минимально допустимым.

Б. Отклоняющая система без железного сердечника

Отклоняющая система без железного сердечника применяется в индикаторах ИО-02. Она выполнена из двух обмоток, расположенных одна над другой по обеим сторонам торчатой электровакуумной трубки. Каждая из обмоток состоит из двух секций, соединенных последовательно. Одна секция охватывается другой, так что одна секция по габаритам меньше, чем другая. Секции выведены в виде сосредоточенных обмоток и располагаются лишь на части каркаса, а не по всей его поверхности. Форма двух секций изображена на рис. 11.б.

Обмотки соединены последовательно, укреплены на противоположных сторонах обмоточного каркаса и вращаются с помощью одной и той же системы синхронно с вращением антенны. Оси обмоток перпендикулярны оси трубки.

Вид образующегося магнитного поля показан на рис. 11.а.

На рис. 17 приведена схема соединения обмоток отклоняющей системы (без шунтирующих сопротивлений) индикаторов ИО-02 и ИО-03. Общий вид отклоняющей системы без железного сердечника приведен на рис. 18.

Применение отклоняющей системы без железного сердечника определяется некоторыми особенностями, отличающими ее от отклоняющей системы с замкнутым магнитопроводом.

Эти особенности заключаются в следующем:

1) Отклоняющая система без железного сердечника не искажает магнитное поле, создаваемое системой смещения центра развертки

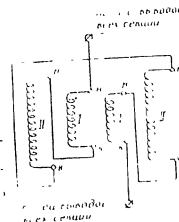


Рис. 17. Схема соединения обмоток отклоняющей системы (без шунтирующих сопротивлений) индикаторов ИО-02 и ИО-03.

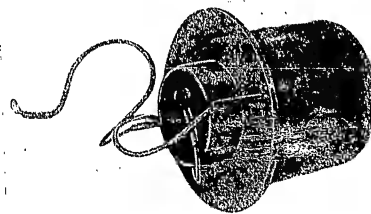


Рис. 18. Общий вид отклоняющей катушки без железного сердечника.

Регулирование тока осуществляется малоомными потенциометрами в сеточных цепях лампы.

Применение регулирующих электронных лампы создает благоприятные условия для гашения собственных паразитных колебаний в катушках. Эти колебания обусловлены переходными процессами, возникающими в моменты начала и конца развертки (наводка с отключенных катушек). В дополнение к этому для гашения колебаний необходимо шунтировать катушки постоянными сопротивлением таким образом, чтобы затухание контура, состоящего из индуктивности катушки и ее распределенной емкости, было связано с критическому. Шунтирующие сопротивления (R_1 , R_2 , R_3 и R_4 на рис. 15) отклоняющей системы расположены непосредственно у регулирующих ламп, а шунтирующие сопротивления (R' на рис. 16) отклоняющей системы смещения центра развертки расположены непосредственно на катушках.

Регулирующая лампа должна иметь возможно большее сопротивление. Это условие удовлетворяется в случае применения дуговых тетродов с сопротивлением, включенными в цепи катодов.

Время затухания возбужденных колебаний получается тем меньше, чем меньше индуктивность катушек. Поэтому для уменьшения индуктивности катушек, задается минимально допустимым.

Б. Отклоняющая система без железного сердечника

Отклоняющая система острого типа применяется в индикаторах ИО-02. Она выполнена из двух обмоток, расположенных одна над другой по обеим сторонам торчатой электровакуумной трубки. Каждая из обмоток состоит из двух секций, соединенных последовательно. Одна секция охватывается другой, так что одна секция по габаритам меньше, чем другая. Секции выполнены в виде сосредоточенных обмоток и располагаются лишь на части каркаса, а не по всей его поверхности. Форма двух секций изображена на рис. 11,б.

Обмотки соединены последовательно, укреплены на противоположных сторонах общего каркаса и вращаются с помощью одной и той же системы синхронно с вращением антенны. Оси обмоток перпендикулярны оси трубки.

Вид образующегося магнитного поля показан на рис. 11,а.

На рис. 17 приведена схема соединения обмоток отклоняющей системы (без шунтирующих сопротивлений) индикаторов ИО-02 и ИО-03. Общий вид отклоняющей системы без железного сердечника приведен на рис. 18.

Применение отклоняющей системы без железного сердечника определяется некоторыми особенностями, отличающими ее от отклоняющей системы с замкнутым магнитопроводом.

Эти особенности заключаются в следующем:

1) Отклоняющая система без железного сердечника не искажает магнитное поле, создаваемое системой смещения центра развертки

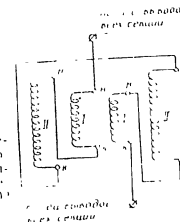


Рис. 17. Схема соединения обмоток отклоняющей системы (без шунтирующих сопротивлений) индикаторов ИО-02 и ИО-03.

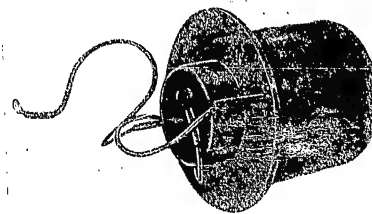


Рис. 18. Общий вид отклоняющей катушки без железного сердечника.

в индикаторе ИО-02. Поэтому возникла возможность выполнить отклоняющую систему открытого типа, окруженную другой (система смещения центра), более крупной по габаритам системой с железным сердечником. Система без сердечника вращается механически для получения кругового обзора. Система с сердечником используется в этом индикаторе для смещения центра развертки.

2) Система без сердечника, благодаря малой распределенной емкости и отсутствию секционных колебаний, может работать при значительно большей скорости развертки, чем система с сердечником.

3) Вес системы без сердечника значительно меньше.

4) Путем распределения выгтов в секции можно легко получить желаемую форму магнитного поля.

Как недостаток необходимо указать, что изготовление системы без сердечника значительно сложнее, чем системы с железным сердечником.

Отклоняющая система открытого типа питается от оконечного каскада схемы развертки дальности.

Отклоняющая система открытого типа обеспечивает отклонение луча лишь в одном направлении.

УСИЛИТЕЛИ

1. Широкополосный усилитель

На рис. 19 представлена схема широкополосного усилительного каскада. Основное назначение такого каскада — обеспечить неперекрущенное усиление кратковременных импульсов. Так как спектр частот кратковременных импульсов чрезвычайно широк, то широкополосный усилитель должен равномерно усиливать частоты от самых низких до очень высоких.

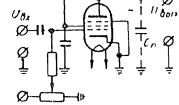


Рис. 19. Схема широкополосного усилителя.

Коэффициент усиления усилителя приближенно определяется формулой

$$K \approx S \cdot R_a$$

где S — крутизна лампы;

R_a — сопротивление анодной нагрузки лампы.

Основным недостатком обычных усилителей является снижение усиления на высоких частотах, когда начинает сказываться влияние паразитных емкостей $C_{\text{п}}$, сопротивление которых при увеличении частоты уменьшается. Поскольку эти емкости шунтируют анодное сопротивление лампы R_a , то коэффициент усиления снижается и уменьшается скорость нарастания фронта импульсов.

Чтобы уменьшить влияние паразитных емкостей, сопротивление R_a берут по возможности меньшим. Но так как при этом снижается

коэффициент усиления во всем диапазоне, то в широкополосных усилителях применяются лампы с большой крутизной S (пентоды), которые могут обеспечить более высокий коэффициент усиления.

Для компенсации шунтирующего влияния паразитных емкостей на высоких частотах последовательно с анодной нагрузкой включается корректирующая индуктивность L_k . Реактивное сопротивление индуктивности увеличивается с увеличением частоты и компенсирует уменьшение сопротивления анодной нагрузки. Этим достигается равномерность частотной характеристики в широком диапазоне частот.

Применение такой схемы (рис. 19) позволяет расширить полосу пропускания усилителя примерно в 1,5 раза.

Усиливаемые сигналы подаются обычно на управляющую сетку лампы, а катод ее заземляется (схема с заземленным катодом). Однако в некоторых случаях, например, если необходимо сохранить истинность сигнала, входное напряжение подается на катод; в этом случае заземляется управляющая сетка (схема с заземленной сеткой).

Чтобы не снижать величину усиления каскада, необходимо, чтобы выходное сопротивление схемы, являющейся источником усиленных импульсов, было значительно меньше, чем входное сопротивление усилителя. Этим обеспечивается максимальная передача импульса на вход усилителя.

В том случае, когда напряжение подается на сетку усилительной лампы, это условие выполняется, поэтому способ такой подачи входного сигнала более эффективен. Подача на катод применяется лишь в тех случаях, когда выходное сопротивление источника сигналов мало.

Характерной особенностью широкополосных усилителей, применяемых в индикаторной аппаратуре, является то, что на их вход всегда подаются односторонние импульсы. Это обуславливает выбор режима работы лампы усилителей. В индикаторной аппаратуре для усиления сигналов широкополосные усилители применяются для усиления отсчетов дальности и азимута, отраженных сигналов и сигналов опознавания. Так как все эти импульсы имеют положительную полярность, то усилители работают в классе усиления АВ, что позволяет лучшим образом использовать характеристику лампы.

2. Катодный повторитель

Катодный повторитель применяется для усиления мощности электрических сигналов с минимальным искажением. Характерная особенность схемы заключается в применении сильной отрицательной обратной связи, так что выходное напряжение полностью подается в противофазе во входную цепь схемы.

Схема простейшего катодного повторителя приведена на рис. 20. Входное напряжение, как и в обычном ламповом усилителе, подается непосредственно на сетку лампы. Сопротивление нагрузки включается

чено не в анодную, как в обычном усилителе, а в катодную цепь лампы.

Режим схемы при отсутствии внешних сигналов определяется постоянными напряжениями на сетке E_g , на аноде E_a и в катодной цепи лампы E_k . Эти напряжения определяют начальный анодный ток лампы и, следовательно, начальное значение выходного напряжения на катоде. Подача внешнего сигнала изменяет напряжение на сетке лампы и, следовательно, анодный ток и вызывает изменение напряжения на катодном сопротивлении.

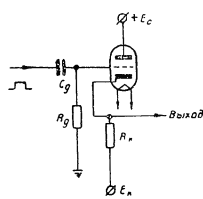


Рис. 20. Схема катодного повторителя.

Пормальный режим схемы катодного повторителя получается в том случае, когда ни при каких значениях напряжений на электродах лампы не запирается и не появляются сеточные токи лампы. Первое условие ограничивает минимальное значение напряжения на сетке лампы. Последнее условие выполнимо, пока напряжение на катоде лампы, а следовательно, на выходе схемы, выше, чем напряжение на сетке лампы. Следовательно, это условие ограничивает максимальное значение напряжения на сетке лампы.

Напряжение на катодном выходе схемы и его изменения определяются анодным током. Как известно, анодный ток лампы зависит от анодного и сеточного напряжений лампы. Для рассматриваемой схемы анодное напряжение можно с допустимой точностью считать постоянным, а сеточное напряжение в схеме определяется разностью напряжений между сеткой и катодом.

Так как подача внешнего сигнала на сетку вызывает одновременно изменение напряжения на катодном сопротивлении, то разность напряжений между сеткой и катодом даже при больших внешних сигналах меняется мало. Это обуславливает низкий коэффициент усиления катодного повторителя.

Расширение области изменения выходного напряжения может быть достигнуто путем увеличения E_a и уменьшения E_k . Однако величины этих напряжений ограничены предельно допустимыми для применяемого типа ламп значениями, поэтому практически единственным допустимым способ увеличения указанных пределов сводится к увеличению сопротивления катодной нагрузки.

Коэффициент усиления K катодного повторителя определяется зависимостью

$$K = \frac{1}{1 + D + \frac{1}{SR_k}},$$

где D — проицаемость лампы;
 S — крутизна ее характеристики;
 R_k — сопротивление нагрузки.

Из приведенной зависимости видно, что для катодного повторителя K всегда меньше единицы. Поэтому амплитуда переменного напряжения на выходе всегда получается строго постоянным. Входящие в выражение параметры лампы — проицаемость D и в особенности крутизна характеристики S — зависят от анодного тока лампы. Чем ближе коэффициент усиления к единице, тем меньше колебания коэффициента усиления K . Поэтому необходимо применять лампы с возможно большей крутизной характеристики S и достаточно большое сопротивление катодной нагрузки.

Входное сопротивление катодного повторителя очень велико, значительно больше входного сопротивления обычного усилителя. Это объясняется тем, что сопротивление паразитной емкости сетка—катода и утечки, включенной между ними, значительно увеличивается благодаря тому, что напряжение на катоде близко к напряжению на сетке лампы.

Выходное сопротивление лампы, напротив, значительно ниже, чем у обычного усилителя, оно определяется по формуле:

$$R_{\text{вых}} \approx \frac{\frac{1}{S} R_k}{\frac{1}{S} + R_k},$$

откуда видно, что выходное сопротивление представляет собой параллельное соединение катодного сопротивления R_k и действующего сопротивления лампы переменному току $\frac{1}{S}$. Так как у ламп,

применяемых обычно в схеме катодного повторителя, S больше единицы, то величина $\frac{1}{S}$ получается намного меньше, чем R_k , и, следовательно, выходное сопротивление получается очень малым.

Катодные повторители широко используются для передачи сигналов, особенно при передаче через высокочастотный кабель.

3. Усилитель с обратной связью

Усилитель с обратной связью применяется для безыскаженного усиления пилообразного напряжения развертки в индикаторной аппаратуре. Так как для питания отклоняющих катушек индикаторов необходимо иметь ток пилообразной формы, то задачей данного усилителя является также преобразование пилообразного напряжения в ток пилообразной формы. Схема усилителя с обратной связью приведена на рис. 21.

Отрицательная обратная связь в этой схеме осуществляется путем подачи части выходного напряжения, снимаемого с катодного тем подачи части выходного напряжения усилителя L_k , на катод первой усилительной лампы L_1 . Фазы входного напряжения, действующего на

сетке лампы L_1 , и выходного, подаваемого на катод этой лампы, совпадают, поэтому лампа L_1 усиливает не напряжение, поступающее на ее вход, а разность входного и выходного напряжений. Такая схема даст возможность компенсировать искажения формы напряжения, вносимые лампами схемы.

Компенсация искажений входного напряжения происходит следующим образом: пусть вследствие нелинейности характеристики выходной лампы L_2 форма напряжения в анодной цепи этой лампы искажалась. Предположим, что амплитуда этого напряжения несколько уменьшилась. Это искажение повторится на катодном сопротивлении R_k . Напряжение обратной связи, передаваемое на катод лампы L_1 , уменьшится. В результате разность напряжений между сеткой и катодом лампы увеличится, что приведет к увеличению входного напряжения. Таким образом, амплитудные искажения, внесенные лампой, будут скомпенсированы. Точно так же будут скомпенсированы и искажения формы тока.

Рис. 21. Схема усилителя с обратной связью

Если вместо анодной нагрузки выходной лампы этого усилителя включить отклоняющую катушку электроннолучевой трубки, то ток, проходящий через катушку, будет следовать закону нарастания напряжения на катоде этой лампы. Поскольку такая схема даст не искаженное повторение входного напряжения на катоде выходной лампы, то ток, проходящий через катушку L_k , будет повторять эту форму без искажений.

4. Парафазный усилитель с катодной связью

Парафазный усилитель представляет собой схему, позволяющую получить равные по величине и противоположные по полярности напряжения. Схема парафазного усилителя с катодной связью приведена на рис. 22. На вход такой схемы подается напряжение, например пилообразное, имеющее определенную полярность, а с выхода снимаются два усиленных симметричных напряжения.

Схема состоит из двух ламп, одна из которых является усиленной, а другая — инверсной. Обе лампы имеют общее катодное сопротивление R_k . Это сопротивление не шунтируется конденсатором, и лампа L_1 работает подобно катодному повторителю.

При подаче на сетку лампы L_1 пилообразного напряжения оно усиливается этой лампой и с анодной нагрузки будет снято усиленное напряжение с полярностью, противоположной входному. Анодный ток этой лампы протекает через сопротивление R и на нем будет

действовать напряжение, совпадающее по полярности с входным (в этой части схема подобна катодному повторителю).

Но так как сопротивление R_k является одновременно и катодным сопротивлением лампы L_2 , то пилообразное напряжение, действующее в ее катодной цепи, будет усиливаться этой лампой и с ее анодной нагрузки будет сняться усиленное напряжение, совпадающее по полярности с напряжением на катодной нагрузке, а следовательно, и с входным.

Через сопротивление R_k протекает анодный ток обеих ламп и при определенной величине R_k падение напряжения на нем будет таково, что между сеткой и катодом каждой из ламп будет действовать напряжение, равное половине входного. Это обеспечивает равные выходные напряжения при выборе одинаковых ламп L_1 и L_2 .

В индикаторной аппаратуре парафазный усилитель применяется для питания отклоняющих катушек электроннолучевой трубки. В этом случае вместо анодных сопротивлений включаются обмотки отклоняющих катушек.

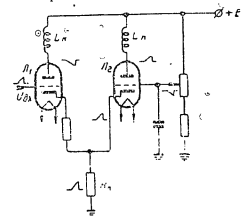


Рис. 22. Схема парафазного усилителя с катодной связью

ФИКСИРУЮЩИЕ СХЕМЫ

1. Диодные ограничивающие схемы

Ограничивающие схемы применяются в тех случаях, когда необходимо ограничить амплитуду импульса любой формы на определенном уровне.

Существует большое число схем ограничения при помощи диодов.

На рис. 23 показана схема диодного ограничения положительного импульса параллельно включенным диодом.

К аноду лампы L_1 подключен анод ограничивающего диода L_d . На катод диода задается фиксирующее напряжение с движка потенциометра R_e . Если на вход лампы L_1 подается отрицательный прямоугольный импульс, то на аноде лампы начинает расти напряжение. Скорость нарастания напряжения даже при мгновенном запуске лампы остается конечной, так как зависит от паразитной емкости анодной цепи C_a .

В момент, когда напряжение на аноде лампы L_1 достигает напряжения на катоде диода, последний отпирается и шунтирует лампу L_1 . На аноде диода благодаря его малому внутреннему сопротивлению по сравнению с сопротивлением анодной нагрузки и внутренним сопротивлением лампы, устанавливается напряжение, близкое к напряжению на катоде диода. Вследствие этого напряжение на

аноде лампы L_1 будет практически оставаться неизменным, несмотря на дальнейшее изменение напряжения на сетке лампы. Импульс в анодной цепи будет иметь плоскую вершину независимо от формы импульса, подаваемого на сетку лампы после отпирания диода.

Уровень ограничения определяется потенциалом катода диода и может регулироваться потенциометром R_2 . Фиксирующее напряжение будет тем стабильнее, чем меньше сопротивление потенциометра. Напряжение на катоде диода при отпирании его не остается строго неизменным, а изменяется за счет тока, проходящего через диод. Это изменение будет тем медленнее, чем больше емкость шунтирующего потенциометра. При достаточно большой емкости конденсатора C_1 фиксируемое напряжение будет практически неизменным за время действия одного импульса, так как оно зависит от среднего значения тока, проходящего через диод. Чем меньше этот ток по сравнению с током, проходящим через потенциометр, тем стабильнее фиксирующее напряжение.

На рис. 23 показана схема диодного ограничения отрицательного импульса параллельно включенным диодом.

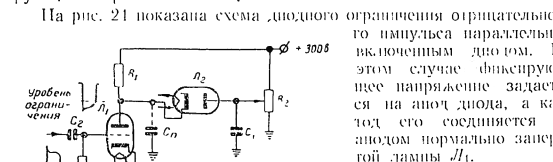


Рис. 23. Схема ограничения отрицательного импульса параллельно включенным диодом.

Если в такой схеме на управляющую сетку лампы L_1 подавать положительные импульсы, то напряжение на аноде лампы начнет уменьшаться. Когда оно достигнет напряжения отпирания диода, диод отпирется и шунтирует лампу L_1 . На катоде диода, а следовательно, и на аноде лампы L_1 установится напряжение, близкое к напряжению, задаваемому на анод диода. Импульс в анодной цепи практически будет ограничен уровнем отпирания диода.

Схема ограничения используется также для уменьшения времени установления. В тех случаях, когда процесс изменения напряжения на аноде лампы определяется паразитной емкостью, изменение напряжения практически прекращается в момент отпирания фиксирующего диода.

Ограничивающие схемы обоих диодов применяются в цепях расширения блоков ЦО-02, ЦО-03 и ДА-01 для улучшения формы напряжения в интервалах между импульсами схем расширения. Рассматриваемые схемы сокращают время восстановления и увеличивают стабильность работы цепей расширения.

На рис. 25 представлена одна из разновидностей ограничивающей схемы с последовательно включенным диодом.

Постоянные напряжения на катод и анод диода L_1 подаются непосредственно с делителя, а через катодные повторители (лампы L_1 и L_2). Благодаря этому сопротивления делителей напряжения могут быть взяты очень большими, так как проходящий через них ток является постоянным и не зависит от величины подаваемых импульсов.

Постоянная составляющая напряжения на аноде диода может регулироваться потенциометром R_2 . Постоянная составляющая напряжения от катода диода постоянна и определяется делителем напряжения, состоящим из сопротивлений R_1 и R_2 . Она может быть или больше, или равной напряжению на аноде диода, следовательно, диод нормально заперт.

На сетку лампы L_1 подаются импульсы положительной полярности, которые повторяются на катоде этой лампы и, следовательно, на аноде диода с некоторым уменьшением амплитуды. Для того, чтобы эти импульсы передавались на катод лампы L_2 , диод L_2 должен быть отперт.

Диод отпирается во время импульса, когда напряжение на аноде диода превышает напряжение на его катоде. Изменяя начальную разность напряжений между анодом и катодом диода (задавая потенциометром R_2 через катодный повторитель L_1 напряжение на аноде диода L_2), можно установить тот или иной уровень отсечки подаваемого импульса.

Такой способ ограничения части импульса применяется в схемах смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута. В случае, если необходимо полностью отсечь импульсы какой-либо полярности, применяется схема, изображенная на рис. 26 (при обратном включении диода схема предназначена для отсекаания отрицательных импульсов, при обратном включении диода могут отсекаются положительные импульсы).

Диод L_1 включен параллельно высокоомному сопротивлению R_1 . Во время отрицательного импульса диод отпирется и шунтирует сопротивление R_1 .

Схема ограничения последовательно включенным диодом.

Рис. 25. Схема ограничения последовательно включенным диодом.

Амплитуда положительных импульсов определяется отношением сопротивлений

$$\frac{R_1}{R_2}$$

так как диод в это время заперт.

Амплитуда отрицательных импульсов определяется отношением сопротивлений,

$$\frac{R_{\text{диод}}}{R_2}$$

где $R_{\text{диод}}$ — сопротивление открытого диода.

Так как последовательное сопротивление R_2 намного больше сопротивления диода, то на выходе схемы получаются большие по амплитуде положительные импульсы и ничтожно малые отрицательные, причем чем меньше сопротивление диода, тем они меньше.

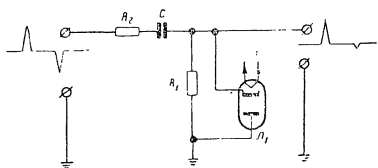


Рис. 26. Схема для отсекания отрицательных импульсов.

Такие схемы применяются в цепях, дающих двусторонний импульс, как, например, в схемах формирования запирающих импульсов (бланков) азимута в индикаторах ВО-01 и НО-02.

2. Схема восстановления постоянной составляющей

Схемы восстановления постоянной составляющей применяются для фиксации начального напряжения в цепях с разделительными конденсаторами на каком-либо уровне, устанавливаемом независимо от величины передаваемых импульсов.

Для того, чтобы иметь независимый уровень постоянных напряжений в различных точках схемы, элементы схем связываются через разделительные конденсаторы, пропускающие только переменное напряжение (рис. 27). Это особенно необходимо в усилителях сигналов.

Конденсатор пропускает только переменную составляющую напряжения и изменяет свой заряд в соответствии со значением постоянной составляющей передаваемого напряжения. При этом смещается уровень напряжения, относительно которого меняется переменная составляющая, как показано на эпорах, приведенных на рис. 28.

До прихода на вход схемы положительного импульса конденсатор заряжен напряжением E_0 , а напряжение на сопротивлении R равно нулю. С приходом импульса, поскольку конденсатор не может мгновенно зарядиться, напряжение на сопротивлении R резко

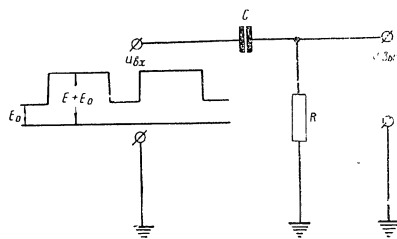


Рис. 27. Схема передачи положительных импульсов без восстановления постоянной составляющей.

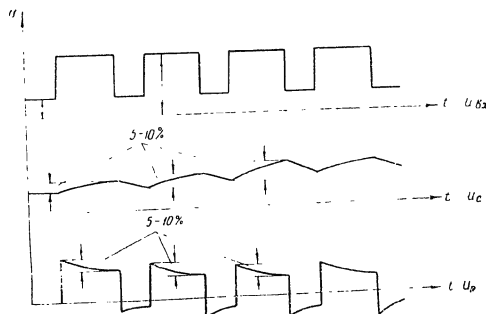


Рис. 28. Эпюры напряжений в схеме передачи положительных импульсов без восстановления постоянной составляющей.

увеличивается на величину амплитуды импульса E . Затем конденсатор начинает заряжаться через сопротивление R . Постоянная времени заряда конденсатора равна CR и обычно превышает длительность импульса не менее, чем в 10—20 раз. Поэтому на протяжении длительности импульса конденсатор успевает зарядиться на 5—10% от амплитуды импульса E . Напряжение на сопротивлении при этом

уменьшается на величину, равную приросту напряжения на конденсаторе. По окончании действия положительного импульса на сопротивлении R окажется отрицательное напряжение. В промежутке между импульсами конденсатор разряжается, но если время между импульсами меньше, чем длительность импульса, то конденсатор не успеет разрядиться до первоначального напряжения E_0 и на сопротивлении R к приходу следующего положительного импульса останется некоторое отрицательное напряжение. Поэтому к приходу следующего импульса начальный уровень изменится и станет ниже. Такое понижение начального уровня будет происходить до тех пор, пока конденсатор не зарядится на величину постоянной составляющей импульса, при этом начальный уровень станет выше на величину постоянной составляющей.

Для того, чтобы зафиксировать определенный уровень постоянного напряжения за раздельным конденсатором, необходимо применить схему восстановления постоянной составляющей (схему фиксации уровня точки рис 29). На рис. 30 изображены энтропии

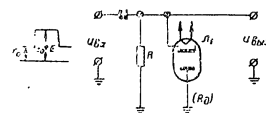


Рис. 29. Схема восстановления постоянной составляющей при передаче положительного импульса.

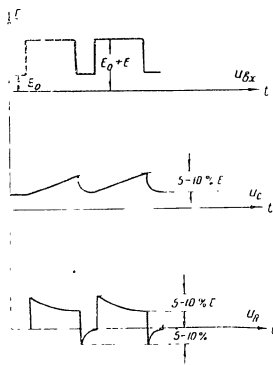


Рис. 30. Энтропии напряжений в схеме восстановления постоянной составляющей при передаче положительного импульса.

напряжений для случая передачи положительного импульса в такой схеме.

Во время действия на входе схемы положительного импульса диод D_1 заперт.

По окончании действия положительного импульса на сопротивлении R и на катоде диода окажется отрицательное напряжение, вследствие чего диод отпечется и ускорит разряд конденсатора.

Конденсатор при правильной работе схемы быстро разрядится через диод. Таким образом, к приходу следующего импульса напряжение на конденсаторе будет равным E_0 , т.е. будет фиксировано на первоначальном уровне, а напряжение на сопротивлении R будет снова равно нулю.

Аналогичная схема для передачи отрицательного импульса приведена на рис. 31, а энтропии напряжений в этой схеме - на рис. 32. При прохождении отрицательного импульса конденсатор зарядится, вследствие чего на аноде диода по окончании действия импульса потенциал будет выше, чем на катоде. Диод отпечется и конденсатор быстро зарядится через диод. На сопротивлении R установится первоначальный уровень напряжения.

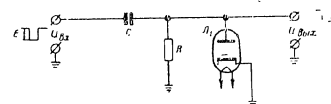


Рис. 31. Схема восстановления постоянной составляющей при передаче отрицательного импульса.

Нормальная величина времени разряда должна быть подобрана такой, чтобы к приходу следующего импульса конденсатор успел разрядиться. Если начальный уровень напряжения должен отличаться от нуля, как, например, в схеме усилителей, то используют делитель, задающий величину этого уровня.

На рис. 33 представлена схема восстановления постоянной составляющей с отрицательным опорным уровнем.

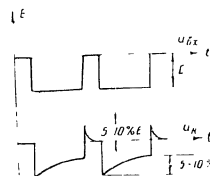


Рис. 32. Энтропии напряжений в схеме восстановления постоянной составляющей при передаче отрицательного импульса.

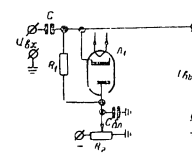


Рис. 33. Схема восстановления постоянной составляющей с отрицательным опорным уровнем.

Потенциометр R_2 , задающий опорное напряжение, шунтируется конденсатором. Последний необходим при разряде конденсатора через диод. Без конденсатора постоянная времени определялась бы сопротивлением потенциометра. Вследствие этого его сопротивление пришлось бы взять очень малым, чтобы время разряда конденсатора имело возможно более низкое сопротивление, что привело бы к большому потреблению тока от источника опорного напряжения.

Схемы восстановления постоянной составляющей находят себе применение в индикаторной аппаратуре в схемах разверток дальности, угла поворота антенны, в схемах смешивания масштабных отсчетов и др.

ГЕНЕРАТОРЫ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ

1. Симметричный генератор управляющих импульсов (триггер)

На рис. 34 представлена схема симметричного генератора управляющих импульсов. Цепи симметричного генератора управляющих импульсов не содержат других элементов, кроме сопротивлений.

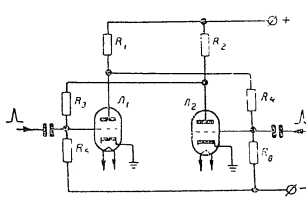


Рис. 34. Схема симметричного генератора управляющих импульсов.

Симметричный генератор управляющих импульсов в зависимости от амплитуды и знака внешнего напряжения, подаваемого на сетки ламп, может находиться в двух состояниях равновесия:

а) если на сетку лампы L_1 ранее был подан положительный импульс достаточной амплитуды, то лампа L_1 будет открыта, а лампа L_2 закрыта. Оба состояния одинаково устойчивы.

Обычно в схеме генератора управляющих импульсов сопротивления R_1 берется равным R_2 , R_3 — равным R_4 , R_5 равным R_6 , так что обе лампы находятся в одинаковых условиях.

Сопротивления делителя R_1 и R_6 выбираются так, чтобы при запертой лампе L_1 на сетку лампы L_2 подавалось положительное напряжение. Тогда в лампе появится сеточный ток и напряжение на сетке лампы будет фиксироваться около нуля, так как сопротивление делителя R_6 окажется шунтированным очень малым сопротивлением сетка—катод лампы. Это обеспечивает малую зависимость напряжения на сетке L_2 , а следовательно, и на ее аноде от отклонений сопротивлений R_1 и R_6 от выбранных значений.

Кроме этого, соотношение сопротивлений R_1 и R_3 делителя должно быть таким, чтобы при открытой лампе L_1 на сетке лампы L_2 было отрицательное напряжение, достаточное для запертия этой лампы.

Также же условия накладываются на соотношение сопротивлений делителя R_3 и R_5 .

Симметричный генератор управляющих импульсов всегда находится в одном из двух возможных устойчивых состояний равновесия. Переход генератора управляющих импульсов из одного состояния равновесия в другое происходит следующим образом. Предполо-

жим, что лампа L_1 заперта. Тогда лампа L_2 будет открыта. На сетку лампы L_1 из внешней цепи приходит положительный импульс и отпирает лампу L_1 , напряжение на аноде этой лампы начинает падать, что приводит к уменьшению положительного потенциала на сетке второй лампы. Это, в свою очередь, приводит к увеличению положительного потенциала на ее аноде, которое будет поддерживать повышение положительного потенциала на сетке лампы L_1 и т. д.

Процесс этот протекает лавинообразно и заканчивается полным отпиранием лампы L_1 и запирающим лампы L_2 . Для обратного перехода необходимо подать на сетку лампы L_2 положительный импульс (или на сетку лампы L_1 — отрицательный). В результате возникнет новый лавинообразный процесс, который закончится отпиранием второй и запирающим первой лампы.

Эпохи напряжений в схеме симметричного генератора управляющих импульсов показаны на рис. 35.

Параллельно сопротивлениям R_3 и R_1 часто включают конденсаторы небольшой емкости, чтобы увеличить крутизну фронта импульсов при переходе генератора управляющих импульсов из одного состояния равновесия в другое. При этом увеличивается надежность срабатывания схемы, а переход становится более резким.

Схема симметричного генератора управляющих импульсов применяется в индикаторной аппаратуре станции в каскадах формирования запирающих импульсов (бланка).

2. Генератор управляющих импульсов (триггер) уровня

На рис. 36 представлена схема генератора управляющих импульсов уровня (или полупериодного мультивибратора). Эта схема так же, как и схема симметричного генератора управляющих импульсов, имеет два устойчивых состояния равновесия, но в отличие от последней подача отпирающего напряжения производится в этой схеме только на сетку лампы L_1 и срабатывание происходит на определенном уровне отпирающего напряжения. Эпохи напряжений в этой схеме приведены на рис. 37.

До подачи отпирающего напряжения лампа L_2 открыта, что обеспечивается подбором сопротивлений R_1 , R_3 , R_4 . Ток этой лампы, протекая через общее катодное сопротивление обеих ламп R_5 , повышает напряжение на нем так, что лампа L_1 оказывается запертой этим напряжением. Схема находится в одном из устойчивых состояний равновесия.

На сетку L_1 подается постепенно нарастающее напряжение (в индикаторной аппаратуре станции — спусковое). Когда это напряжение достигнет потенциала отпирания этой лампы, лампа L_1 отпирется, напряжение на ее аноде упадет. Это вызовет запертие лампы L_2 , ток лампы L_2 прекратится и напряжение на общем катодном сопротивлении R_5 уменьшится, что будет поддерживать лампу L_1 в открытом состоянии. Процесс происходит лавинообразно и заканчивается полным запирающим L_2 и отпиранием L_1 , т. е. схема переходит в другое устойчивое состояние равновесия.

Если бы напряжение на сетке лампы L_1 оставалось неизменным, то схема могла бы оставаться в этом положении сколь угодно долго.

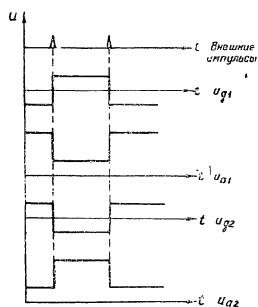


Рис. 35. Эпюры напряжений в схеме симметричного генератора управляющих импульсов.

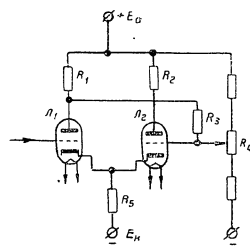


Рис. 36. Схема генератора управляющих импульсов уровня.

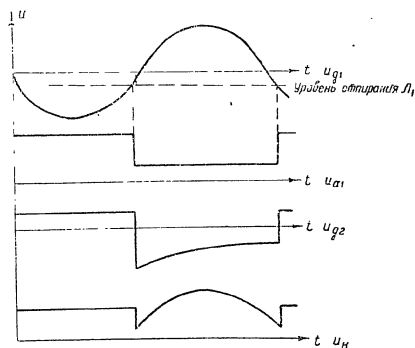


Рис. 37. Эпюры напряжений в схеме генераторов управляющих импульсов уровня.

го. Но так как в аппаратуре станции на схему подается синусоидальное напряжение, то в какой-то момент это напряжение понизится настолько, что не сможет поддерживать лампу L_1 в открытом состоянии.

Это произойдет на уровне несколько ниже, чем отпирание лампы L_1 . При этом лампа L_1 заперется, напряжение на ее аноде вырастет и отпирет лампу L_2 . Ток лампы L_2 поднимет напряжение на катode, что обеспечит окончательное запертие лампы L_1 . Процесс происходит лавинообразно и заканчивается переходом схемы в исходное устойчивое состояние равновесия.

Уровень, при котором происходит срабатывание схемы, т. е. отпирание лампы L_1 , зависит от напряжения на общем катодном сопротивлении, а это напряжение, в свою очередь, зависит (при постоянной величине катодного сопротивления) от тока лампы L_2 . Ток лампы L_2 , когда она находится в открытом состоянии, можно регулировать изменением постоянного смещения на ее сетке потенциометром R_4 . Таким образом, потенциометром R_4 выбирается необходимый уровень срабатывания генератора управляющих импульсов уровня.

Схема генератора управляющих импульсов уровня применяется в индикаторной аппаратуре станции в случаях необходимости резкого вычисления момента, когда уменьшающееся напряжение достигает заданного значения.

3. Схема расширения (кипп-реле) со смешанной связью

Схема расширения (одноперiodный мультивибратор) со смешанной связью служит для получения П-образных импульсов стабильной регулируемой длительности с коэффициентом заполнения, достигающим 95%.

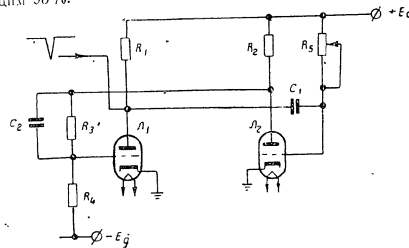


Рис. 38. Схема расширения со смешанной связью.

На рис. 38 представлена схема расширения со смешанной связью — одной емкостной и одной прямой связями. Эпюры напряжений в такой схеме приведены на рис. 39.

Схема имеет два состояния равновесия: устойчивое и временно устойчивое.

При отсутствии внешних синхронизирующих импульсов схема расширения находится в длительно устойчивом состоянии.

Лампа L_1 мертва, так как на ее сетку задается некоторое положительное напряжение. Напряжение на ее аноде низкое. Это напряжение передается на сетку лампы L_2 . Сопротивления R_2 и R_1 подобраны таким образом, чтобы при открытой лампе L_2 на сетке L_1 было отрицательное напряжение, то есть такое, для ее зажигания. Поэтому до подачи внешнего импульса лампа L_1 закрыта, и высокое положительное напряжение на ее аноде поддерживает лампу L_1 в открытом состоянии.

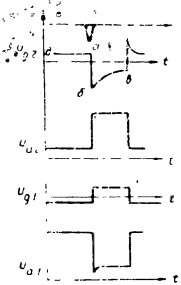


Рис. 9. Эмпирические напряжения в схеме расширения с емкостным сдвигом.

Высокое напряжение на сетке L_2 вызывает сеточный ток лампы, что обеспечивает независимость напряжения на сетке лампы от разброса сопротивлений. Конденсатор C_1 заряжен до напряжения источника анодного питания. Внешний синхронизирующий импульс отрицательной полярности подается через конденсатор C_1 на сетку открытой лампы L_2 . Напряжение на сетке повышается, лампа запирается. Напряжение на ее аноде падает и запирает лампу L_1 . Соотношение сопротивлений R_2 и R_1 должно обеспечивать сеточные токи лампы L_1 . Ток сетки анодный ток лампы L_1 , напряжение на ее аноде падает. Это падение напряжения через конденсатор C_1 передается на сетку лампы L_2 и запирает ее еще больше. Схема переведена в устойчивое состояние равновесия во времени устойчивое лавиннообразное состояние.

Поскольку напряжение на аноде лампы L_1 упало, конденсатор C_1 медленно разряжается. Цель разряда конденсатора — открыть лампу L_1 корпус, источник анодного питания и сопротивление R_1 . При этом конденсатора напряжение на сетке лампы L_2 повышается, заряд будет происходить до тех пор, пока напряжение на сетке лампы L_2 не поднимется до потенциала ее отпирания.

С началом отпирания L_2 напряжение на ее аноде падает, что вызывает падение напряжения на сетке L_1 . Лампа L_1 запирается, напряжение на ее аноде возрастает. Это возрастание напряжения через конденсатор C_1 передается на сетку лампы L_2 и увеличивается ее отпирание. Процесс протекает лавиннообразно и заканчивается полным отпиранием лампы L_2 и запирающим L_1 . Лампы вернулись в исходное состояние.

Поскольку напряжение на аноде лампы L_1 возросло, конденсатор C_1 заряжается сеточным током лампы L_2 через промежуток сетка—корпус лампы L_2 , корпус, источник анодного питания и сопротивление R_1 . Напряжение в цепи заряда сопротивления R_1 обуслов-

но и модельный заряд конденсатора и, следовательно, меньшее давление схемы в исходное состояние, что не позволяет в данной схеме получить высокий процент запирания. Длительность генерируемого импульса в схеме расширения задается выражением

$$\tau = R_1 \cdot C_1 \cdot \ln \frac{E_g + R_1 \cdot R_2}{E_g + E_{отпир}}$$

R_1 — внутреннее сопротивление лампы L_1 ,
 $E_{отпир}$ — напряжение отпирания лампы L_2 ,
 R_2 и R_1 — сопротивления в схеме,
 E_g — напряжение сеточного смещения,
 C_1 — емкость конденсатора.

Длительность импульса, получаемого со схемы расширения, регулируется изменением в состоянии времени цепи разряда конденсатора C_1 , а именно сопротивлением R_1 . Длительность импульса схемы расширения можно также регулировать изменением напряжения смещения E_g .

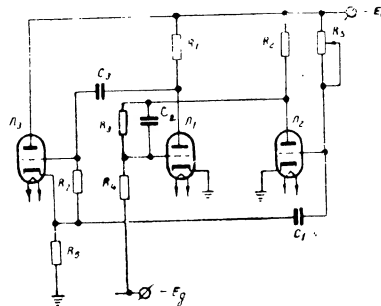


Рис. 10. Схема расширения с катодным повторителем.

Схема вырабатывает один отрицательный и один положительный импульсы — в аноде L_1 и отрицательные — в аноде L_2 .

Для получения возможно меньшего времени восстановления схемы необходимо ускорить заряд конденсатора C_1 в промежутке между импульсами. Для этого применяется схема расширения с катодным повторителем (рис. 10). Катодный повторитель ставится в цепи связи между анодом лампы L_1 и сеткой лампы L_2 .

Заряд разделительного конденсатора в этом случае происходит через выходные сопротивление катодного повторителя, которое зна-